ANDREI NOVAK

ghid statistic pentru cercetările din educație și învățământ

Scanned with OKEN Scanner

ANDREI NOVAK
Doctor în economie

Ghid statistic pentru cercetările din educaţie şi învăţământ

Scanned with OKEN Scanner

Andrei Novak
Doctor în economie

GHID STATISTIC PENTRU CERCETĂRILE DIN EDUCAȚIE ȘI ÎNVĂȚĂMÎNT

Îndrumător în prelucrarea statistică a datelor în comunicări științifice și lucrări metodice de grad

Cu un studiu metodologic privind evaluarea personalului didactic și a unității de învățămînt

EDITURA LITERA

București, 1988

Scanned with OKEN Scanner

CUPRINSUL

I. VALORI REPREZENTATIVE 7

I.1. Media aritmetică 7
I.2. Mediana 9
I.3. Cuartilele 11
I.4. Decilele 12
I.5. Modul 12

II. INDICATORI AI VARIAȚIEI 14

II.1. Amplitudinea 14
II.2. Abaterea (deviația simplă) 15
II.3. Dispersia (varianța) și abaterea medie pătratică (abaterea tip) 15
II.4. Calculul prescurtat al dispersiei și al abaterii medii pătratice (abaterii tip) 18
II.5. Coeficientul de variabilitate 19

III. METODE STATISTICE DE STUDIERE A LEGĂTURILOR DINTRE FENOMENE . . . 20

III.1. METODE ANALITICE 20
III.1.1. Corelația liniară 20
III.1.2. Regresia 24
III.1.3. Raportul de corelație 26
III.2. METODE NEPARAMETRICE 27
III.2.1. Tabelul de asociație și coeficientul de asociație . . . 28
III.2.2. Coeficientul de corelație a rangurilor 29
III.2.3. Coeficientul de corelație reciprocă 31

Scanned with OKEN Scanner

IV. TEORIA VERIFICĂRII IPOTEZELOR STATISTICE 33

IV.1. PROBLEME DE ESTIMAȚIE 33
IV.1.1. Semnificația unei medii 33
IV.1.2. Semnificația unei frecvențe sau a unui procent . . . 34
IV.1.3. Semnificația unui coeficient de corelație 36
IV.2. PROBLEME DE COMPARAȚIE 36
IV.2.1. Semnificația diferenței între două medii: 36
— testul Z pentru eșantioane mari, independente . . 36
— testul t pentru eșantioane de volum mic, independente 37
— testul t pentru eșantioane mari, corelate 37
— testul t pentru eșantioane de volum mic, corelate 38
IV.2.2. Compararea caracteristicilor calitative 40
IV.2.3. Criteriul χ^2 (hi pătrat) 40
IV.3. ANALIZA DISPERSIONALĂ 45

V. PROIECTAREA SONDAJULUI STATISTIC . . 50

V.1. Erorile observării selective 51
V.2. Volumul colectivității de selecție 53
V.3. Formule utilizate în cazul eșantioanelor mici 55
V.4. Extinderea rezultatelor eșantionului 56

VI. UTILIZAREA INDICATORULUI „GRAD DE ORGANIZARE ȘI PROGRES" 64

STUDIU METODOLOGIC PRIVIND EVALUAREA ACTIVITĂȚII PERSONALULUI DIDACTIC ȘI A UNITĂȚII DE ÎNVĂȚĂMÂNT 68

ANEXE 81

BIBLIOGRAFIE 88

Scanned with OKEN Scanner

I. Valori reprezentative

I.1. Media aritmetică

Media artimetică este un indicator ce reprezintă o colectivitate din punctul de vedere al unei caracteristici cu niveluri individuale diferite. Ea sintetizează într-o singură expresie cantitativă toate nivelurile individuale ale caracteristicii și exprimă ceea ce este esențial în evoluția caracteristicii colectivității.

Notînd cu x_i valorile individuale ale unei caracteristici, cu n numărul acestor valori și cu $\bar{x}$ media lor, formula mediei artimetice pentru datele negrupate este:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n}$$

în care Σ (sigma, literă corespunzătoare lui s) simbolizează expresia „sumă de ...").

Desigur că în cazul în care se operează cu un număr mare de valori, datele vor fi în prealabil grupate într-un tabel de frecvență. De exemplu, la un test de fizică aplicat unui colectiv de 108 elevi s-au obținut următoarele performanțe (punctaje) cuprinse între 16 și 70 puncte.

Valorile fiecărui interval sînt reprezentate prin valoarea centrală a intervalului respectiv. Valorile $f_i x_i$ se obțin prin efectuarea produselor dintre frecvență și valorile cen-

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 1

Intervalul (clasa)	Valoarea centrală a intervalului (x_i)	Frecvența (f_i)	$f_i x_i$
16—20	18	2	36
21—25	23	6	138
26—30	28	8	224
31—35	33	12	396
36—40	38	14	532
41—45	43	26	1118
46—50	48	14	672
51—55	53	10	530
56—60	58	6	348
61—65	63	6	378
66—70	68	4	272
$\Sigma f_i = 108$		$\Sigma f_i x_i = 4.644$	

trale ale intervalelor. În cazul unei repartiții de frecvențe (n valori x_i cu ponderile f_i) constituie și sînt numite de obicei:

— *ponderi*, frecvențele absolute f_i (numărul de cazuri) a căror sumă Σf_i este indiferentă;

— *coeficienți de ponderare*, frecvențele relative $\tilde{f} = \frac{f_i}{\Sigma f_i}$ a căror sumă Σf_i este 1.

Media artimetică ponderată se calculează utilizînd formula:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i f_i}{\Sigma f_i}$$

Scanned with OKEN Scanner

Așadar, în exemplul considerat se obține:

$$\bar{x} = \frac{4644}{108} = 43$$

I.2. Mediana

Prin cuantile se definesc acele valori ale variabilei care separă seria ordonată de date în n părți cuprinzînd același efectiv egal cu $1/n$ din efectivul total. Dacă $n = 4$, cuantilele se numesc cuartile; dacă $n = 10$ cle se numesc decile iar dacă $n = 100$ ele se numesc centile.

Mediana este acel nivel al caracteristicii care, prin poziția sa, se află în mijlocul seriei formate din toate nivelurile individuale sub care a fost înregistrată caracteristica și care au fost așezate în ordine crescătoare sau descrescătoare. Ea reprezintă punctul central al seriei, adică punctul deasupra și dedesubtul căruia se situează cîte 50%, din totalitatea valorilor (cu excepția situației în care șirul valorilor este impar, mediana făcînd parte din el, lipsind astfel o valoare din totalul acestora).

Primul pas în determinarea medianei îl constituie ordonarea performanțelor obținute la o anumită probă. Pentru determinarea valorii medianei se disting următoarele două situații:

A. Cazul în care datele sînt prezentate individual, așa cum au fost ordonate, pentru care deosebim situațiile:

1. pentru n impar mediana este termenul din șir de rang $\frac{n+1}{2}$.

De exemplu, considerăm șirul:
8, 11, 11, 13, 16, 18, 19, 21, 23, 24, 26

Scanned with OKEN Scanner

format din $n = 11$ termeni. Mediana are valoarea $Mdn = 18$ fiind termenul de rang $\frac{11+1}{2} = 6$.

2. pentru n par se vor determina două valori centrale, reprezentînd termenii de rang $\frac{n}{2}$ și $\frac{n}{2} + 1$. Mediana se calculează ca media artimetică a celor două valori.

De exemplu, considerăm șirul:

7, 9, 11, 16, 19, 23, 25, 25, 26, 28

format din $n = 10$ termeni. Valorile centrale sînt cele de rang 5 și 6, deci 19 și 23. Mediana va fi $Mdn = \frac{19+23}{2} = 21$.

În cazul cînd variabila are mai multe valori de aceeași mărime, calculul medianei se face în același mod.

De exemplu, pentru șirul

8, 11, 11, 13, 16, 16, 18, 19, 19, 20

valoarea centrală este 16.

B. Cazul în care datele sînt grupate. Pentru exemplificare se utilizează datele cuprinse în tabelul 1. Primul pas constă în stabilirea punctului deasupra și dedesubtul căruia se situează cîte 50% din valori: $\frac{n}{2} = \frac{108}{2} = 54$. Problema se reduce la găsirea punctului sub care se situează 54 de valori. Însumînd în coloana frecvențelor (de sus în jos sau de jos în sus) se observă că locul medianei este cuprins în intervalul cu frecvența 26, adică: 41—45. Deci, valoarea medianei va fi egală cu 41 plus o anumită corecție prin interpolare, utilizînd formula:

$$Mdn = 1 + \frac{\left(\frac{N}{2} - f_c\right)}{f_i} \cdot j$$

Scanned with OKEN Scanner

unde: l — limita inferioară a intervalului de clasă care conține mediana;
f_c — frecvențele cumulate, precedînd clasa care conține mediana;
f_i — frecvența clasei intervalului care conține mediana;
N — numărul cazurilor;
j — mărimea intervalului.

Deci: $Mdn = 41 + \frac{\left(\frac{108}{2} - 42\right)}{26} \cdot 5 = 41 + \frac{12}{26} \cdot 5 = 43{,}31$

De obicei, mediana se calculează în cazurile în care distribuțiile au un caracter asimetric (adică nu se repartizează uniform de o parte și de alta a valorii centrale) sau atunci cînd, avînd de efectuat operații cu numere mari, se cere o orientare rapidă în ce privește valoarea tendinței centrale.

I.3. Cuartilele

C_1 este punctul sub care se situează 25% din valorile distribuției;

C_2 este mediana;

C_3 este punctul sub care se situează 75% din valorile distribuției.

Ca și în calculul medianei, primul pas în calcularea cuartilelor 1 și 3 îl constituie stabilirea punctelor respective, adică: pentru C_1 se calculează $\frac{n}{4} = 27$ și $\frac{3n}{4} = 81$.

Aplicînd formula:

$$C = 1 + \frac{(n_a - f_c)}{f_i} \cdot j$$

Scanned with OKEN Scanner

în care n_a este valoarea cotei (ca și în formula medianei).

$$C_1 = 31 + \frac{27 - 16}{12} \cdot 5 = 31 + 4{,}58 = 35{,}58$$

$$C_3 = 46 + \frac{81 - 68}{14} \cdot 5 = 46 + 4{,}64 = 50{,}64$$

I.4. Decilele

Separînd seria ordonată de date în zece părți egale, decilele se calculează în același mod ca și cuartilele. Se stabilesc mai întîi cotele corespunzătoare celor 9 decile (vezi datele din tabelul 1): $\frac{108}{10} = 10{,}8$.

Deci: 10,8; 21,6; 32,4; 43,2; 54; 64,8; 75,6; 86,4; 97,2;

$$D_1 = 26 + \frac{10{,}8 - 8}{8} \cdot 5 = 27{,}75$$

$$D_2 = 31 + \frac{21{,}6 - 16}{12} \cdot 5 = 33{,}33$$

. . . . . .

$$D_9 = 56 + \frac{97{,}2 - 92}{6} \cdot 5 = 60{,}33$$

I.5. Modul

Modul este varianta care corespunde celei mai mari frecvențe sau, altfel spus, valoarea cea mai frecvent întîlnită.

În cazul datelor grupate este luat ca mod centrul intervalului modal, adică al intervalului corespunzător frecvenței celei mai ridicate.

Scanned with OKEN Scanner

În exemplul nostru (vezi tabelul 1) frecvența cea mai mare (26) este cuprinsă în intervalul 41—45. Deci, modul seriei va fi centrul acestui interval: 43.

Se poate spune că modul arată cazul cel mai tipic din seria performanțelor date. Se remarcă faptul că în cazul în care distribuția frecvențelor este perfect simetrică, de exemplu curba normală de probabilitate, media, mediana și modul au aceeași valoare.

TABEL SINTETIC PRIVIND PRINCIPALELE CARACTERISTICI ALE MEDIEI ARITMETICE, MEDIANEI ȘI MODULUI

I. Media aritmetică	II. Mediana	III. Modul
1. Ține seama de toate cazurile și este afectată de valorile lor	1. Ține seama de toate cazurile dar nu este afectată de cazurile extreme	1. Nu ține seama decît de măsurile cele mai reprezentative
2. Poate fi calculată fără ordonarea datelor	2. Necesită ordonarea datelor	2. Necesită ordonarea datelor
3. Poate fi determinată cînd suma și mulțimea cazurilor sînt cunoscute	3. Suma datelor și numărul lor nu sînt necesare	3. Poate fi localizat fără cunoașterea sumei și a cazurilor extreme
4. Poate cădea sau nu pe unul din termenii seriei	4. Poate fi interpolată sau poate coincide cu un element al seriei	4. Corespunde unui element al seriei sau mai multor elemente

Scanned with OKEN Scanner

II. Indicatori ai variației

Pentru cunoașterea modului în care diferitele rezultate individuale se repartizează în jurul „valorii centrale" a distribuției este necesară măsurarea gradului de împrăștiere, fapt ce permite cunoașterea mai profundă a particularităților legilor interne de manifestare ale proceselor psihologice și pedagogice.

II.1. Amplitudinea

Este unul din cei mai elementari indicatori statistici. Ea este definită ca diferență dintre cele două valori extreme, cea mai mare *Xmax* și cea mai mică *Xmin*, ale repartiției (seriei de date):

$$A = Xmax - Xmin$$

De exemplu, performanțele unui grup de elevi obținute la o probă de cunoștințe sînt următoarele: 8, 8, 11, 12, 15, 16, 16, 18.

Deci: $A = 18-8=10$.

Arătînd întinderea seriei de variație, amplitudinea este însă un indicator incomplet deoarece nu indică și distribuția frecvențelor.

Scanned with OKEN Scanner

II.2. Abaterea (deviația simplă)

Reprezintă diferența fiecărei variante a caracteristicii de la nivelul mediu al caracteristicii respective:

$$d = x_i - \bar{x}$$

Este evident că în comparație cu nivelul mediu, unele dintre abateri vor fi numere negative (atunci cînd varianta respectivă este mai mică decît media), iar altele vor fi numere pozitive (atunci cînd varianta respectivă este mai mare decît media).

Dacă se însumează toate aceste abateri, respectîndu-se semnele algebrice, trebuie să se obțină valoarea zero.

Deci: $\Sigma di = \Sigma (x_i - \bar{x}) = 0$

Folosind exemplul anterior: 8, 8, 11, 12, 15, 16, 16, 18 se obține:

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n} = \frac{104}{8} = 13$$

De unde:

$$\Sigma di = (8-13)+(8-13)+(11-13)+(12-13)+(15-13)+ \\ +(16-13)+(16-13)+(18-13) = -13+13 = 0$$

II.3. Dispersia (varianța) și abaterea medie pătratică (abaterea tip)

Cele două măsuri ale variabilității (împrăștierii) sînt strîns legate între ele, dispersia fiind pătratul abaterii medii pătratice.

Formulele de calcul sînt:

Scanned with OKEN Scanner

a) în cazul seriilor simple de date:

$$D^2 = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{n} \qquad D = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

b) în cazul seriilor cu frecvențe:

$$D^2 = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2 f_i}{\Sigma f_i} \qquad D = \sqrt{\frac{\Sigma(x_i - \bar{x})^2 f_i}{\Sigma f_i}}$$

De exemplu, pentru datele din tabelul 1, cei doi indicatori se calculează astfel:

TABELUL 2

Intervale	Frecvențe f_i	Mijlocul intervalului x_i	Produsul $x_i f_i$ col (2) $\times$(1)	Abaterea $(x_i - \bar{x}_i)$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - x)^2 f_i$ col. (5) $\times$ $\times$ (1)
16—20	2	18	36	25	625	1250
21—25	6	23	138	120	400	2400
26—30	8	28	224	15	225	1800
31—35	12	33	396	10	100	1200
36—40	14	38	532	5	25	350
41—45	26	43	1118	0	0	0
46—50	14	48	672	5	25	350
51—55	10	53	530	10	100	1000
56—60	6	58	348	15	225	1350
61—65	6	63	378	20	400	2400
66—70	4	68	272	25	625	2500
TOTAL	$\Sigma f_i = 108$		$\Sigma x_i f_i = 4.644$			$\Sigma (x_i - \bar{x})^2 f_i = 14.600$

$$\bar{x} = \frac{4\,644}{108} = 43 \qquad D^2 = \frac{14\,600}{108} = 135{,}18 \text{ iar}$$

$$D = \sqrt{135{,}18} = 11{,}63$$

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 3

Intervalul	Mijlocul intervalului (x_i)	Frecvența f_i	x_i^2	$x_i f_i$ col. (1) $\times$ (2)	$x_i^2 f_i$ col. (3) $\times$ (2)	Abaterile $x - x_0$	$u = \frac{\bar{x} - x_0}{k}$	fu	u^2	fu^2
16—20	18	2	324	36	648	—25	—5	—10	25	50
21—25	23	6	529	138	3174	—20	—4	—24	16	96
26—30	28	8	784	224	6272	—15	—3	—24	9	72
31—35	33	12	1089	396	13068	—10	—2	—24	4	48
36—40	38	14	1444	532	20216	—5	—1	—14	1	14
41—45	43	26	1849	1118	48074	0	0	0	0	0
46—50	48	14	2304	672	32256	5	1	14	1	14
51—55	53	10	2809	530	28090	10	2	20	4	20
56—60	58	6	3364	348	20184	15	3	18	9	54
61—65	63	6	3969	378	23814	20	4	24	16	96
66—70	68	4	4624	272	18496	25	5	20	25	100
		$\sum f_i = 108$	$\sum x_i^2 = 23089$	$\sum x_i f_i = 4644$	$\sum x_i^2 f_i = 214292$		$\sum fu = 96 - 96 = 0$			$\sum fu^2 = 584$

Scanned with OKEN Scanner

II.4. Calculul prescurtat al dispersiei și al abaterii medii pătratice (abaterii tip)

Metoda I. se bazează pe unele transformări algebrice. Utilizînd exemplul din tabelul 3 se obțin următoarele rezultate:

După cum se observă, coloanele 0, 1, 2 și 4 sînt la fel cu cele din tabelul 2, lor adăugîndu-li-se col. 3, conținînd pătratele valorilor din prima coloană și coloana 5 cuprinzînd produsele dintre valorile cuprinse în coloana 2 și cele din coloana 3. (Coloanele următoare (6—10) se vor utiliza la prezentarea celei de-a doua metode).

$$D^2 = \frac{214\,292 - \frac{(4\,644)^2}{108}}{108} = \frac{214\,292 - 199\,692}{108} = 135{,}18$$

$$D = \sqrt{135{,}18} = 11{,}63$$

Metoda a II-a. Avînd deja completate coloanele 0,1 și 2, primul pas constă în alegerea unui mijloc de interval (x_0), în general cel căruia îi corespunde frecvența cea mai mare. (În acest caz, intervalul 41—45); în coloana 6 se înscriu abaterile dintre mijlocul fiecărui interval și mijlocul intervalului ales; în coloana următoare sînt cuprinse rezultatele obținute din împărțirea abaterilor ($x_1 - x_0$) la amplitudinea k a intervalelor (în acest caz $k = 5$) cîtul fiind notat cu u; în coloana 8 se introduc valorile rezultate din înmulțirea $u_i f_i$ (din coloana 7 și respectiv 2); în cea de-a noua coloană se introduc pătratele valorilor u în timp ce în ultima coloană sînt cuprinse produsele elementelor din coloanele 9 și 2.

Dispersia se obține utilizînd formula:

$$D^2 = k^2\left[\frac{\Sigma f_i u_i^2}{\Sigma f_i} - \left(\frac{\Sigma f_i u_i}{\Sigma f_i}\right)^2\right]$$

Scanned with OKEN Scanner

În exemplul dat s-a întîmplat ca $\Sigma f_i u_i$ să aibă valoarea zero.

$$D^2 = 5^2 \cdot \frac{584}{108} = 135,18, \quad \text{iar } D = \sqrt{135,18} = 11,63$$

Cele două metode facilitează efectuarea calculelor mai ales atunci cînd numărul subiecților este foarte mare sau cînd seria cuprinde un număr mare de intervale.

II.5. Coeficientul de variabilitate

Este utilizat în scopul măsurării gradului de omogenitate a unei colectivități; se obține prin raportarea abaterii medii pătratice la medie și se exprimă în procente:

$$v = \frac{D}{\bar{x}} \times 100$$

— Dacă acest coeficient este cuprins între 0—15% rezultă că împrăștierea este foarte mică, iar media este reprezentativă.

— Dacă este cuprins între 15—30 (33)% rezultă că împrăștierea este mijlocie, iar media suficient de reprezentativă.

— Dacă coeficientul de variabilitate depășește 30—33%, media colectivității nu este reprezentativă (din cauza neomogenității).

Scanned with OKEN Scanner

III. Metode statistice de studiere a legăturilor dintre fenomene

III. 1. Metode analitice

Principiul de bază în aplicarea metodei corelației la problemele concrete de pedagogie sau psihologie îl constituie efectuarea *prealabilă* a unei profunde analize a relațiilor existente între diferitele variabile studiate.

III. 1.1. Corelația liniară

Utilizarea coeficienților de corelație are ca scop evaluarea *gradului de legătură* dintre variabile. Folosind metoda momentelor, coeficientul de corelație se determină pe baza formulei:

$$r = \frac{\Sigma (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n\, Dx\, Dy}$$

unde:

x_i și y_i reprezintă cele două șiruri de rezultate obținute prin aplicarea unor probe;
$\bar{x}$ și $\bar{y}$ reprezintă mediile celor două distribuții;
Dx și Dy reprezintă abaterile medii pătratice ale celor două distribuții;
n reprezintă numărul elementelor.

Vom considera mai întîi situația în care *datele nu sînt grupate*, situație care în formula prezentată devine:

$$r = \frac{\Sigma x_i y_i - \dfrac{\Sigma x_i \cdot \Sigma y_i}{n}}{\sqrt{\left[\Sigma x_i^2 - \dfrac{(\Sigma x_i)^2}{n}\right]\left[\Sigma y_i^2 - \dfrac{(\Sigma y_i)^2}{n}\right]}}$$

Scanned with OKEN Scanner

Pentru exemplificare s-au înregistrat notele obținute la două examinări de către elevii unei clase cu un efectiv de 16 elevi:

TABELUL 4

Număr de ordine al subiecților	Nota obținută la prima examinare (x)	Nota obținută la a doua examinare (y)	x^2	y^2	xy
1	9	9	81	81	81
2	6	9	36	81	54
3	3	4	9	16	12
4	4	5	16	25	20
5	8	8	64	64	64
6	7	6	49	36	48
7	7	10	49	100	70
8	7	7	49	49	49
9	8	10	64	100	80
10	5	5	25	25	25
11	6	7	36	49	42
12	4	6	16	36	24
13	5	7	25	49	35
14	9	8	81	64	72
15	10	9	100	81	90
16	6	8	36	64	48
TOTAL	$\Sigma x = 104$	$\Sigma y = 118$	$\Sigma x^2 = 736$	$\Sigma y^2 = 920$	$\Sigma xy = 808$

Deci:

$$r = \frac{808 - \frac{104 \cdot 118}{16}}{\sqrt{\left[736 \cdot \frac{(104^2)}{16}\right]\left[920 \cdot \frac{(118)^2}{16}\right]}} = \frac{41}{54{,}63} = 0{,}75$$

Scanned with OKEN Scanner

Acest coeficient indică o strînsă legătură între cele două examinări. Cînd numărul subiecților este mare se recurge la *gruparea datelor* și se aplică un procedeu de calcul bazat pe operații utilizate anterior.

Astfel: $U = \frac{x - x_0}{k}$ unde x_0 este mijlocul intervalului corespunzător frecvenței celei mai mari; k = amplitudinea intervalului.

Se notează $Q = \Sigma f_i U_x$ și cu $Q' = \Sigma f_i U_y$, formula de calcul devenind:

$$r = \frac{\Sigma n\, U_x \cdot U_y - \frac{Q \cdot Q'}{n}}{\sqrt{\left(\Sigma f_i U_x^2 - \frac{Q^2}{n}\right)\left(\Sigma f_i U_y^2 - \frac{Q'^2}{n}\right)}}$$

În tabelul următor sînt cuprinse rezultatele obținute de un grup de 108 subiecți supuși la două probe de memorare intenționîndu-se să se măsoare gradul de legătură existent între cele două grupe de rezultate.

Linia f_x și coloana f_y reprezintă suma cifrelor din coloanele și liniile respective. U_x și U_y se obțin prin stabilirea mijloacelor intervalelor cu frecvență cea mai mare (col. 13—15 și respectiv rîndul 17—19) și calcularea valorilor respective ($k = 3$) înscriind semnul minus în dreptul claselor care descresc față de clasele centrale.

Rubricile următoare cuprind produsele fU_x și respectiv fU_y obținute din înmulțirea cifrelor corespunzătoare din rubricile f și U. Însumînd datele corespunzătoare fiecărei rubrici se obțin valorile Q și Q'.

Următoarele rubrici conțin produsele fU_x^2 și fU_y^2 care se obțin prin înmulțirea cifrelor cuprinse în rubricile precedente $fU \times U$. Totalizînd apoi datele înscrise în aceste rubrici se obțin fU_y^2 și respectiv fU_x^2.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 5

Memorarea de imagini (y)	Memorarea de cuvinte (x)					f_y	U_y	fU_y	fU_y^2
	7—9	10—12	13—15	16—18	19—21				
11—13	4	8	2			14	—2	—28	56
14—16	2	10	4	2		18	—1	—18	18
17—19		6	18	12	2	38	0	0	0
20—22		2	4	6	10	22	1	22	22
23—25			2	4	10	16	2	32	64
f_x	6	26	30	24	22	108		$Q' = 8$	160
U_x	—2	—1	0	1	2				
fU_x	—12	—26	0	24	44	$Q=30$			
fU_x^2	24	26	0	24	88	162			
$n.U_x.U_y$	20	24	0	12	60	116			

Scanned with OKEN Scanner

Ultima linie a tabelului cuprinde valorile $n \cdot U_x \cdot U_y$ în care n reprezintă numărul subiecților corespunzător fiecărei celule. În celulele în care există subiecți se înmulțește U_x cu Uy-ul corespunzător, iar produsul obținut se înmulțește cu numărul subiecților din celula respectivă, respectînd regula semnelor. De exemplu pentru prima coloană (7—9): $(-2)\ (-2) \cdot 4 + (-2) \cdot (-1) \cdot 2 = 20$

$$r = \frac{116 - \frac{30 \cdot 8}{108}}{\sqrt{\left(162 - \frac{30^2}{108}\right)\left(160 - \frac{8^2}{108}\right)}} = \frac{113{,}78}{156{,}51} = 0{,}727$$

Coeficientul obținut indică o corelație ridicată*).

III. 1.2. Regresia

Funcția de regresie este relația care evidențiază legătura existentă între fenomene, dintre care unul suferă modificări ca urmare a influenței celuilalt (sau a celorlalte). În practica pedagogică este necesară ajustarea seriei de sdate inițiale, pentru a evidenția tendința de dezvoltare leriei. Cînd legăturile dintre două fenomene au o tendință iniară, se utilizează sistemul de ecuații:

$$\begin{cases} na + b \Sigma x = \Sigma y \\ a \Sigma x + b \Sigma x^2 = \Sigma xy \end{cases}$$

Această metodă se exemplifică prin analiza dependenței dintre notele școlare și coeficientul de memorare.

---

*) Dacă coeficientul de corelație are valoarea cuprinsă între 0 și +1, legătura dintre fenomene este directă, ambele fenomene variind în același timp; dacă valoarea coeficientului este cuprinsă între 0 și —1, legătura dintre fenomene este inversă, adică în timp ce un fenomen crește, celălalt scade.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 6

Notele școlare (Y_i)	Coeficienții de memorare (x_i)				Total x_i	$x\ y$ col.(A).(5)
	0,2	0,4	0,6	0,8		
4	6	2	2		10	40
5	4	4	2		10	50
6	2	6	4	2	14	84
7	2	4	8	4	18	126
8	2	4	10	6	22	176
9		2	6	10	18	162
10			2	14	16	160
Total n	16	22	34	36	$n=108$	$y=798$
nx_i	3,2	8,8	20,4	28,8	$\Sigma nx_i=\Sigma x=61,2$	
nx_i^2	0,64	3,52	12,24	23,04	$\Sigma nx_i^2=\Sigma x^2=39,44$	
Σny	8,6	142	252	318	$\Sigma ny=\Sigma y=798$	
$x\ \Sigma ny$	17,2	56,8	151,2	254,4	$\Sigma xy=479,6$	

Sistemul devine:

$$108\,a + 61{,}2\,b = 798$$

$$61{,}2\,a + 38{,}44\,b = 479{,}6$$

de unde: $a = 4{,}13$; $b = 5{,}76$

Deci $y = 4{,}13 + 5{,}76x$

Apreciind că modelul reflectă realitatea în mod satisfăcător se pot face unele pronosticuri. De exemplu, se poate presupune că pentru un elev cu productivitatea memoriei $x = 0{,}7$ nota va fi $y = 4{,}13 + 5{,}76 \times 0{,}7 = 8{,}16$.

Scanned with OKEN Scanner

În cercetarea fenomenelor din domeniul pedagogiei sînt situații în care corelația (legătura) nu are formă liniară ci de un alt tip de curbă (parabolă, exponențială etc.) exprimată sub forma:

$$y = a + bx + cx^2 + \ldots$$

rezolvabilă tot prin utilizarea metodei celor mai mici pătrate, ca și în cazul legăturii de tip liniar.

III. 1.3. Raportul de corelație

Un alt mod de măsurare și exprimare a intensității corelației îl constituie raportul de corelație:

$$r = 1 - \sqrt{\frac{S_y^2}{D_y^2}}$$

unde S_y^2 — dispersia abaterilor datelor seriei ajustate față de cele inițiale,

D_y^2 — dispersia seriei inițiale.

TABELUL 7

Valorile inițiale y	Valorile ajustate $\hat{y}$	$y-\hat{y}$	$(y-\hat{y})^2$	$(y-\bar{y})$	$(y-\bar{y})^2$
4,80	4,96	−0,16	0,0256	2,67	7,13
6,30	6,23	+0,07	0,0049	1,17	1,37
7,50	7,24	+0,26	0,0676	0,03	0
8,00	7,99	+0,01	0,0001	0,53	0,28
8,30	8,48	−0,18	0,0324	0,83	0,69
8,60	8,71	−0,11	0,0121	1,13	1,28
8,80	8,69	+0,11	0,0121	1,33	1,77

Scanned with OKEN Scanner

$$\Sigma y = 52{,}3 \quad \Sigma (y - \hat{y})^2 = 0{,}1548 \quad \Sigma (y - \bar{y})^2 = 12{,}52$$

$$\bar{y} = \frac{52{,}3}{7} = 7{,}47 \quad S_{\hat{y}}^2 = \frac{0{,}1548}{7} = 0{,}0221$$

$$D_{\hat{y}}^2 = \frac{12{,}52}{7} = 1{,}788$$

Nivelul foarte mic al lui $S_{\hat{y}}^2$ comparativ cu cel al dispersiei reflectă faptul că seria a fost bine ajustată:

$$r = \sqrt{1 - \frac{0{,}0221}{1{,}788}} = 0{,}99$$

O altă cale de obținere a raportului de corelație este:

$$r = \sqrt{\frac{a \Sigma y + b \Sigma xy + c \Sigma x^2 y - n\bar{y}^2}{\Sigma y^2 - n\bar{y}^2}}$$

În exemplul dat:

$$r = \sqrt{\frac{7{,}99 \times 52{,}3 + 0{,}62 \times 17{,}4 - 0{,}13 \times 197{,}8 - 7 \cdot 7{,}47^2}{403{,}27 - 7 \cdot 7{,}47^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{12{,}345}{12{,}664}} = 0{,}99$$

III.2. Metode neparametrice

În cercetările psihologice și pedagogice sînt frecvente cazurile în care distribuția caracteristicilor studiate nu este normală, situații în care se utilizează *metodele neparametrice*, metode care au ca principală trăsătură eliminarea ipotezei referitoare la tipul curbei de distribuție, oferind astfel posibilitatea unor estimări pentru cele mai variate

Scanned with OKEN Scanner

feluri de distribuție. Întrucît aceste metode nu utilizează *valorile* caracteristicilor ci anumite *simboluri* sau *numere de ordine*, ele permit măsurarea intensității.

III. 2.1. Tabelul de asociație și coeficientul de asociație

Metoda se utilizează în cazul caracteristicilor de tip alternativ („da-nu"). Tabelul are forma: $\begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix}$ în cele patru rubrici fiind trecute frecvențele corespunzătoare astfel că produsul „ad" arată gradul de realizare a legăturii dintre caracteristici, iar produsul „bc" arată lipsa legăturii.

$$Q = \frac{ad - bc}{ad + bc}$$

în care:

Q — coeficientul de asociație

a — numărul cazurilor în care cele două caracteristici apar asociate avînd rezultatele notate cu semnul plus („da");

b — numărul de cazuri în care prima caracteristică este pozitivă („da") iar cealaltă este negativă („nu)";

c — numărul de cazuri în care prima caracteristică este negativă („nu") iar cealaltă este pozitivă („da");

d — numărul de cazuri în care ambele caracteristici sînt notate cu semnul minus („nu").

De exemplu: se calculează gradul de legătură dintre rezultatele obținute la fizică și cele obținute la matematică de o colectivitate de 144 elevi:

a) se calculează *media* fiecărei serii. Presupunem că 8,32 este media notelor obținute la fizică și 7,68 cea a notelor obținute la matematică;

Scanned with OKEN Scanner

b) se compară fiecare rezultat individual cu media seriei, reținîndu-se semnul plus (+) sau minus (—) cu care apare deviația de la medie.

Se clasează elevii într-una din cele patru grupe (a pentru „++", b pentru „+—", c pentru „—+" și d pentru „——")

		Rezultatele la matematică	
		+	—
Rezultate la fizică	+	61	11
	—	16	56

Deci: $Q = \frac{61 \cdot 56 - 16 \cdot 11}{61 \cdot 56 + 16 \cdot 11} = \frac{3416 - 176}{3416 + 176} = \frac{3240}{3592} = 0{,}90$

III. 2.2. Coeficientul de corelație a rangurilor

Acest coeficient prezintă avantajul că poate fi utilizat și în cazul unei distribuții asimetrice sau în cazul unui număr restrîns de unități, ca urmare a faptului că distribuția termenilor se face în raport cu rangul caracteristicii factoriale. Dacă pornim de la ipoteza că între cele două serii de ranguri există o concordanță, atunci seria a doua (reprezentînd rangurile corespunzătoare caracteristicii rezultative) ar trebui să se ordoneze și ea (crescător sau descrescător), în funcție de caracterul legăturii.

Formula de calculare a acestui coeficient este:

$$r = 1 - \frac{6 \Sigma d^2}{n (n^2 - 1)}$$

unde:

d — diferența între rangurile-perechi;

n — numărul subiecților.

Pentru exemplificare, în tabelul următor sînt cuprinse notele școlare obținute la fizică și matematică de către elevii unei clase.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 8

Nr. de ordine al subiect.	Nota la fizică	Nota la matemat.	Rangul (poziția) la fizică	Rangul la matematică	Diferența de rang (d)	Pătratele diferențelor $(d)^2$
1	6	4	6	2	+4	16
2	6	8	6	12	−6	36
3	5	6	3,5	5,5	−2	4
4	8	8	13	12	+1	1
5	4	3	1,5	1	+0,5	0,25
6	4	5	1,5	3	−1,5	2,25
7	5	6	3,5	5,5	−2	4
8	6	6	6	5,5	+0,5	0,25
9	7	7	9,5	9	+0,5	0,25
10	10	9	17,5	15	+2,5	6,25
11	8	9	13	15	−2	4
12	7	7	9,5	9	+0,5	0,25
13	9	8	15,5	12	+3,5	12,25
14	7	7	9,5	9	+0,5	0,25
15	7	6	9,5	5,5	+4	16
16	8	9	13	15	−2	4
17	10	10	17,5	17,5	0	0
18	9	10	15,5	17,5	−2	4
					$d = 0$	$d^2 = 119$

Rangurile s-au acordat începînd — în ambele probe — cu nota cea mai mică (se putea începe însă și cu nota cea mai mare), iar în cazul în care doi sau mai mulți subiecți au aceeași notă se acordă un rang mediu. (De exemplu, la fizică subiecții cu numerele de ordine 4, 11 și 16 au obținut nota 8, echivalentă cu rangurile 12, 13, 14, fiecare subiect primind rangul 13).

Scanned with OKEN Scanner

Introducînd aceste valori în formulă se obține:

$$r = 1 - \frac{6 \cdot 119}{18\,(18^2 - 1)} = 0{,}877$$

III. 2.3. Coeficientul de corelație reciprocă

Cunoscut și sub numele de coeficient de contingență el este utilizat în cazul cercetării particularităților calitative care nu pot fi măsurate nici chiar prin ordonare. Formula de calcul este:

$$C = \sqrt{\frac{\varnothing^2}{1 + \varnothing^2}}$$

Mărimea:

$$\varnothing^2 = \sum\sum \frac{n^2_{j1/j2}}{n_{j1} \cdot n_{j2}} - 1$$

care figurează sub radical se numește indice de corelare reciprocă, în care:

n_{j1} — frecvența unei grupe de factori;
n_{j2} — frecvența altei grupe de factori;
n_{j1}/n_{j2} — frecvența combinațiilor corespunzătoare ale acestor factori.

TABELUL 9

Disciplina	Eficiența învățării				
	slabă	medie	bună	foarte bună	Total
1. slabă	12	8	—	—	20
2. medie	6	18	12	—	36
3. bună	2	8	22	6	38
4. f. bună	—	4	10	22	36
TOTAL	20	38	44	28	130

Scanned with OKEN Scanner

În tabelul 9 sînt înregistrate rezultatele obținute de elevi la învățătură în corelare cu tulburările juvenile de comportament. Întrucît „disciplina" nu poate fi măsurată cu o mărime determinată, se iau în considerare numai aprecierile calitative.

Indicele de corelare reciprocă este:

$$\varnothing^2 = \left(\frac{12^2}{20} + \frac{8^2}{38}\right) : 20 + \left(\frac{6^2}{20} + \frac{18^2}{38} + \frac{12^2}{44}\right) :$$

$$: 36 + \left(\frac{2^2}{20} + \frac{8^2}{38} + \frac{22^2}{44} + \frac{6^2}{28}\right) : 38 + \left(\frac{4^2}{38} + \frac{10^2}{44} +\right.$$

$$\left. + \frac{22^2}{28}\right) : 36 - 1 = (8{,}88 : 20) + (13{,}6 : 36) + (14{,}17 : 38) +$$

$$+ (19{,}98 : 36) - 1 = 0{,}75$$

Se calculează apoi coeficientul de corelare reciprocă a disciplinei cu rezultatele la învățătură:

$$C = \sqrt{\frac{0{,}75}{1{,}75}} = 0{,}65$$

Scanned with OKEN Scanner

IV. Teoria verificării ipotezelor statistice

IV.1. Probleme de estimație

Ca urmare a faptului că indicatorii eșantionului constituie estimații ale indicatorilor colectivității, luîndu-i ca bază pe primii, comitem o anumită eroare a cărei valoare probabilă trebuie să fie cît mai mică. În legătură cu acești indicatori ai eșantionului se pune deci problema fidelității sau a semnificației lor.

IV. 1.1. Semnificația unei medii

Aceasta depinde de volumul eșantionului (n) și de abaterea medie pătratică (D).

a) Pentru $n > 60$

Să presupunem că media rezultatelor obținute la un test de dexteritate manuală aplicat unui eșantion de 196 elevi a fost de 83, în timp ce abaterea medie pătratică a fost de 7,3. Deci: $n = 196$; $\bar{x} = 83$ iar $D = 7,3$.

Se calculează *eroarea standard* a mediei:

$$E.S. = \frac{D}{\sqrt{n}} = \frac{7,3}{\sqrt{196}} = 0,52$$

Scanned with OKEN Scanner

cu ajutorul căreia se stabilesc limitele între care se găsește *aproape sigur**) adevărata valoare a mediei colectivității generale:

$$\bar{x} \pm 1{,}96\ E.S.$$

adică $83 - (0{,}52 \cdot 1{,}96)$ și $83 + (0{,}52 \cdot 1{,}96)$ deci între 81, 98 și 84, 02.

b) *Pentru* $n < 60$

În cazul eșantioanelor de volum redus, pentru determinarea intervalului de încredere se apelează la tabelul t (vezi Anexa 1) limitele de încredere fiind date de formula:

$$\bar{x} \pm t \frac{D}{\sqrt{n}}$$

Valoarea lui t se citește din tabel, numărul gradelor de libertate fiind egal cu $n - 1$.

IV. 1.2. Semnificația unei frecvențe sau a unui procent

Eroarea standard a procentajului de selecție este:

$$E.S. = \sqrt{\frac{p \cdot q}{n}}$$

în care: p este procentul (adică procentul de elevi care au dat răspunsul favorabil la test — de exemplu); $q = 100 - p$ (este procentul complementar al acelor elevi care au dat răspuns nefavorabil la test — de exemplu) iar n este volumul selecției (mărimea eșantionului). De exemplu, presupunem că 75% dintr-un eșantion de 324 elevi de liceu

---

*) Riscul asumat, denumit *prag de semnificație* este de 5% și este cel mai des utilizat. În cazul în care se ia în considerație un „prag" de 1% în loc de 1,96 se utilizează valoarea 2,58.

Scanned with OKEN Scanner

au răspuns favorabil la un test de atitudine. Deci $p = 75$ și $q = 100 - 75 = 25$.

$$E.S. = \sqrt{\frac{75 \times 25}{324}} = 2{,}4\%$$

La un prag de 0,05 limitele de încredere sînt:

$$p \pm 1{,}96\ E.S.$$

În exemplul dat: $70 \pm 1{,}96 \times 2{,}4$ adică între 63,3 și 74,4%. Deci, cu un risc de eroare de 5% se poate afirma că procentul de elevi care ar fi răspuns pozitiv dacă testul ar fi fost aplicat întregii populații de elevi de liceu ar fi fost cuprins între aceste limite.

IV. 1.3. Semnificația unui coeficient de corelație

Se introduce noțiunea de *coeficient de corelație critic* care indică valoarea minimă pe care poate să o ia un coeficient de corelație pentru a putea fi considerat semnificativ. Numărul gradelor de libertate este egal cu numărul subiecților minus două unități: $n = N - 2$.

Cînd numărul cazurilor este mai mic de 30 ($N < 30$) se utilizează *testul Student*:

$$t = \frac{r\sqrt{N-2}}{\sqrt{1-r^2}}$$

iar atunci cînd eșantionul este mai mare de 30 ($N > 30$) se utilizează *testul epsilon* (ε)

$$\varepsilon = r\sqrt{N-1}$$

și se compară cu valoarea tabelară (vezi Anexa 1) 1,96 pentru un risc de 0,05.

Scanned with OKEN Scanner

Utilizînd exemplul de la III.2.2 în care $r = 0{,}877$ iar $N = 18$,

$$t = \frac{0{,}877\sqrt{16}}{\sqrt{1 - 0{,}877^2}} = 7{,}3$$

cu mult mai mare decît valoarea tabelară pentru $N - 2 = 18 - 2 = 16$ grade de libertate (2,12 pentru un prag de 0,05).

IV.2. Probleme de comparație

Comparația se bazează pe utilizarea „ipotezei nule" care atribuie numai întîmplării relațiile constatate. Dacă probabilitatea obținerii rezultatului pe baza ipotezei nule este foarte mică, atunci se respinge această ipoteză, și se acordă toată încrederea ipotezei specifice.

IV. 2.1. Semnificația diferenței între două medii

a) *Testul Z pentru eșantioane mari* (N_1; $N_2 > 30$) *independente* (necorelate)

$$Z = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{D_1^2}{N_1} + \frac{D_2^2}{N_2}}}$$

unde: $\bar{x}_1$ și $\bar{x}_2$ sînt mediile celor două eșantioane; D_1^2 și D_2^2 sînt dispersiile, iar N_1 și N_2 volumele celor două eșantioane.

Folosind pragul de 0,05, dacă Z calculat este mai mare de 1,96 se respinge ipoteza nulă diferența dintre cele două medii fiind considerată semnificativă.

Scanned with OKEN Scanner

b) *Testul t pentru eșantioane de volum mic* ($N < 30$) *independente.*

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{\Sigma(x-\bar{x}_1)^2+\Sigma(x-\bar{x}_2)^2}{n_1+n_2-2} \cdot \frac{n_1+n_2}{n_1 \times n_2}}}$$

în care: $\bar{x}_1$ și $\bar{x}_2$ sînt mediile eșantioanelor, n_1 și n_2 sînt volumele celor două eșantioane iar $\Sigma(x - \bar{x}_1)^2$ și $\Sigma(x - \bar{x}_2)^2$ pătratele abaterilor valorilor individuale de la mediile respective. *Această formulă poate fi aplicată și în cazul eșantioanelor de volum mare.*

Valoarea t astfel calculată se compară cu valoarea tabelară a lui t (vezi Anexa 1) pentru $n_1 + n_2 - 2$ grade de libertate.

c) *Testul t pentru eșantioane mari, corelate*

Atunci cînd între două colectivități există o corelație (de exemplu, cînd ele reprezintă un grup de subiecți înainte și după introducerea variabilei experimentale sau cînd reprezintă două grupuri „egalizate" în prealabil) testele de verificare a semnificației sînt ușor modificate.

Formula erorii standard a diferenței dintre cele două medii devine:

$$E.S. = \sqrt{(E.S._1)^2 + (E.S._2)^2 - 2 \cdot r\, x_1\, x_2 \cdot (E.S._1) \cdot E.S._2)}$$

în care: $E.S._1$ și $E.S._2$ reprezintă erorile standard ale celor două medii și se obțin din formula

$$E.S. = \frac{D}{\sqrt{n}}$$

$r\, x_1 \cdot x_2$ = coeficientul de corelație dintre cele două colectivități

$E.S.$ = eroarea standard a diferenței dintre cele două medii.

Scanned with OKEN Scanner

De exemplu: $n_1 = 88 \quad D_1 = 1,26 \quad \bar{x}_1 = 7,32$

$n_2 = 63 \quad D_2 = 1,32 \quad \bar{x}_2 = 7,98$

$r\ x_1\ x_2 = 0,68$

Deci:

$$E.S._1 = \frac{1,26}{\sqrt{88}} = 0,134 \quad \text{iar} \quad E.S._2 = \frac{1,32}{\sqrt{63}} = 0,166$$

$$E.S. = \sqrt{(0,134)^2 + (0,166)^2 - 2 \cdot 0,68 \cdot 0,134 \cdot 1,66} = 0,1235$$

$$Z = \frac{7,32 - 7,98}{0,1235} = \frac{0,66}{0,1235} = 5,344$$

Z calculat fiind mai mare decît 1,96 se consideră că diferența dintre cele două medii este semnificativă.

d) *Testul t pentru eșantioane de volum mic, corelate*

În acest caz intervine o simplificare importantă: în loc să se calculeze cîte două medii, abateri medii pătratice și erori standard, iar apoi eroarea standard a diferenței dintre mediile celor două selecții, se lucrează doar cu o *singură* medie, media diferențelor de performanță a subiecților. Deci, problema se reduce la *a verifica dacă media diferențelor este semnificativ diferită de zero*. Se exemplifică modul de utilizare a testului *t* în cazul în care aplicăm o probă de iluzie optică (Muller-Byer) la 12 subiecți înainte și după perceperea tactilă a figurii respective. Etapele de calcul sînt următoarele:

— Se înregistrează în tabel valorile rezultatelor obținute de cei 12 subiecți în cele două condiții, apoi se completează coloana diferențelor (D).

— Se calculează abaterea medie pătratică:

$$D = \sqrt{\frac{\Sigma D^2}{n} - \bar{D}^2} = \sqrt{\frac{1160,5}{12} - \left(\frac{89}{12}\right)^2} = \sqrt{41,7} = 6,457$$

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 10

Nr. de ordine	Rezultatele probelor		Diferența $D = x_1 - x_2$	D^2
	înainte de perceperea tactilă (x_1)	după percepera tactilă (x_2)		
1	26	19	7	49
2	21,5	16	5,5	30,25
3	11	13	-2	4
4	16,5	10,5	6	36
5	18	20	-2	4
6	19,5	11,5	8	64
7	32	18	14	196
8	36	16	20	400
9	30	18,5	11,5	132,25
10	26,5	11,5	15	225
11	20	16	4	16
12	14	12	2	4
			$\Sigma D = 89$	$\Sigma D^2 = 1160,5$

— Se calculează eroarea standard a mediei diferențelor:

$$E.S. = \frac{D}{\sqrt{n}} = \frac{6,457}{\sqrt{12}} = 1,864$$

— Se calculează valoarea lui t utilizînd formula:

$$t = \frac{\overline{D}}{E.S.}$$

În exemplul dat: $t = \frac{7,417}{1,864} = 3,979.$

Scanned with OKEN Scanner

— Se compară cu t tabelar, $f = n - 1$ deci $f = 11$ pentru care valoarea lui t este 2,2 (pentru pragul de 0,05) putînd deci afirma cu 95 șanse dintr-o sută că rezultatele perceperii vizuale a unei iluzii optice diferă semnificativ înainte și după o întărire tactilă.

IV. 2.2. Compararea caracteristicilor calitative

Să presupunem că aceeași probă a fost aplicată unui grup de 136 băieți și 164 fete și că ea a fost rezolvată de 67% dintre băieți și de 73% dintre fete și se pune problema semnificației diferenței constatate.

Deci: $n_1 = 136 \quad p_1 = 0,67 \quad q_1 = 0,33$

$n_2 = 164 \quad p_2 = 0,73 \quad q_2 = 0,27$

Eroarea de eșantionare (etalon) a diferenței are formula:

$$E.S. = \sqrt{\frac{p_1 q_1}{n_1} + \frac{p_2 q_2}{n_2}}$$

De unde:

$$E.S. = \sqrt{\frac{0,67 \cdot 0,33}{136} + \frac{0,73 \cdot 0,27}{164}} = 0,053$$

De unde:

$$T = \frac{0,73 - 0,67}{0,053} = 1,132$$

Valoarea calculată este mult mai mică decît cea tabelară (vezi Anexa 1) (1,96) deci diferența dintre cele două rezultate este nesemnificativă.

IV. 2.3. Criteriul χ^2 (hi pătrat)

Consemnînd reușita sau nereușita la o probă se obține o clasificare dihotomică a subiecților:

Scanned with OKEN Scanner

Gruparea răspunsurilor date de elevii celor două grupe: de experiență și de control.

TABELUL 11

Felul răspunsurilor	Grupa de:		Total
	experiență	control	
Corecte	a) 170	b) 120	290
Greșite	c) 30	d) 60	90
	200	180	380

Se formulează ipoteza nulă, presupunîndu-se că cele două grupe sînt eșantioane extrase la întîmplare din aceeași colectivitate. Ar trebui deci să ne așteptăm la aceleași proporții în ambele eșantioane. Astfel, în exemplul ales, se poate estima proporția răspunsurilor corecte în presupusa colectivitate folosindu-ne de totalurile marginale $\left(\frac{290}{380}\right)$. În continuare pentru fiecare număr găsit în mod practic se calculează numărul „teoretic" corespunzător în cadrul ipotezei aceleiași colectivități. Se calculează mai întîi proporția răspunsurilor corecte la care ne așteptăm în grupa de experiență

$$\text{pentru } a = \frac{200 \times 290}{380} = 152{,}6$$

În continuare vom determina frecvențele teoretice pentru fiecare casetă a tabelului:

$$\text{pentru } b = \frac{180 \times 290}{380} = 137{,}4$$

$$\text{pentru } c = \frac{200 \times 90}{380} = 47{,}4$$

$$\text{pentru } d = \frac{180 \times 90}{380} = 42{,}6$$

Scanned with OKEN Scanner

Valorile teoretice astfel obținute se înscriu între paranteze în casetele respective:

TABELUL 12

170	(152,6)	120	(137,4)
30	(47,4)	60	(42,6)

și se utilizează formula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(f_0 - f_t)^2}{f_t}$$

unde:

f_0 = frecvențele observate
f_t = frecvențele teoretice

În exemplul nostru:

$$\chi^2 = \frac{(170 - 152,6)^2}{152,6} + \frac{(120 - 137,4)^2}{137,4} + \frac{(30 - 47,4)^2}{47,4} +$$

$$+ \frac{(60 - 42,6)^2}{42,6} = 1,98 + 2,20 + 6,39 + 7,10 = 17,67$$

Numărul gradelor de libertate este:

$$f = (r - 1)(c - 1)$$

unde:

r = numărul rîndurilor
c = numărul coloanelor

Deci: $f = (2 - 1)(2 - 1) = 1$

Valoarea tabelară a lui χ^2 pentru un grad de libertate este de 3,84 pentru un $p = 0,05$ și 6,64 pentru $p = 0,01$. Deci se respinge ipoteza nulă, considerînd diferențele găsite în experiență ca fiind semnificative.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul tabelului cu numai patru casete, valoarea lui χ^2 poate fi calculată și doar pe baza frecvențelor observate (f_0) utilizînd formula:

$$\chi^2 = \frac{(ad - bc)^2 \cdot T}{(a+b)\,(c+d)\,(a+c)\,(b+d)}$$

unde: a,b,c,d sînt frecvențele observate;
T este totalul general,
iar numitorul este produsul celor patru totaluri marginale:

$$\chi^2 = \frac{(170 \times 60 - 120 \times 30)^2 \times 380}{290 \times 90 \times 200 \times 180} = 17{,}67$$

Să considerăm acum un exemplu care comportă mai multe grupe de clasificare (în loc de două grupe ca în exemplul anterior). Două grupe de elevi din clasa a II-a (A și B) au urmat un program diferit de învățare a scrierii. La prima grupă (A) s-au făcut exerciții speciale de simplificare a scrierii caligrafice tradiționale, iar la grupa B a fost utilizat același sistem de scriere predat în clasă. Eficiența antrenamentului grafic suplimentar al grupei A a fost exprimată prin diferențele în lungimea relativă a firului scris (în centimetri) între cele două eșantioane comparate.

Se pune problema dacă verticalizarea și simplificarea scrierii de mînă asigură o eficiență grafică superioară față

TABELUL 13

Grupa	Abaterea în centimetri					Total
	0—0,20	0,21—0,40	0,41—0,60	0,61—0,80	peste 0,80	
A	60	20	10	5	5	100
B	35	25	25	10	5	100
	95	45	35	15	10	200(T)

Scanned with OKEN Scanner

de scrierea grafică tradițională deci, dacă rezultatele obținute de grupa A diferă semnificativ de cele obținute de grupa B sub raportul lungimii relative a firului scris. Procedeul de calcul este similar cu cel utilizat în exemplul anterior.

Se stabilesc frecvențele teoretice corespunzătoare celor zece casete. Astfel:

$$a = \frac{95 \times 100}{200} = 47{,}5$$

$$b = \frac{45 \times 100}{200} = 22{,}5$$

$$c = \frac{35 \times 100}{200} = 17{,}5$$

$$d = \frac{15 \times 100}{200} = 7{,}5$$

$$e = \frac{10 \times 100}{200} = 5{,}0$$

$$f = \frac{95 \times 100}{200} = 47{,}5$$

$$g = \frac{45 \times 100}{200} = 22{,}5$$

$$h = \frac{35 \times 100}{200} = 17{,}5$$

$$i = \frac{15 \times 100}{200} = 7{,}5$$

$$j = \frac{10 \times 100}{200} = 5{,}0$$

Se alcătuiește următorul tabel care conține frecvențele observate și, în paranteză, frecvențele teoretice:

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 14

60	(47,5)	20	(22,5)	10	(17,5)	5	(7,5)	5	(5)
35	(47,5)	25	(22,5)	25	(17,5)	10	(7,5)	5	(5)

$$\chi^2 = \frac{(60-47,5)^2}{47,5} + \frac{(20-22,5)^2}{22,5} + \frac{(10-17,5)^2}{17,5} +$$

$$+ \frac{(5-7,5)^2}{7,5} + \frac{(5-5)^2}{5} + \frac{(35-47,5)^2}{47,5} + \frac{(25-22,5)^2}{22,5} +$$

$$+ \frac{(25-17,5)^2}{17,5} + \frac{(10-7,5)^2}{7,5} + \frac{(5-5)^2}{5} = 3,29 + 0,28 +$$

$$+ 3,21 + 0,83 + 0 + 3,29 + 0,28 + 3,21 + 0,83 + 0 = 15,22$$

Numărul gradelor de libertate este $(2-1)(5-1) = 4$.

Pentru 4 grade de libertate există un t tabelar de 9,49 pentru $p = 0,05$ și 13,28 pentru un $p = 0,01$.

Se observă că valoarea t calculată este mai mare decît cele două valori tabelare*) respingîndu-se așadar ipoteza nulă, diferențele dintre cele două grupe fiind deci semnificative.

IV.3.Analiza dispersională

În general distribuțiile bidimensionale exprimă legătura cauzală dintre două variabile condiționate. De exemplu: distribuția elevilor după numărul exercițiilor efectuate și

*) În pedagogie, ca și în multe alte domenii, sînt foarte rare cazurile în care se utilizează un $p = 0,01$, în general folosindu-se, $p = 0,05$ care prezintă o siguranță convenabilă.

Scanned with OKEN Scanner

nota obținută. Teoretic, toate unitățile dintr-o grupă a caracteristicii cauzale (numărul exercițiilor efectuate) ar trebui să se distribuie într-o singură grupă a caracteristicii dependente (adică ar trebui să obțină aceeași notă); practic însă ele se distribuie în două sau mai nulte grupe ca urmare *a acțiunii factorilor întîmplători*. Pentru determinarea separată a intensității influenței celor două grupe de factori (întîmplători și esențiali) se folosesc următoarele tipuri de dispersii:

a) *dispersia de grupă* (D_k^2) calculată ca o medie aritmetică ponderată a pătratului abaterilor variantelor caracteristicii de la media grupei:

$$D_k^2 = \frac{\Sigma (x - \bar{x}_k)^2 f}{\Sigma f_k}$$

Ea arată variația caracteristicii dependente determinată de acțiunea *factorilor întîmplători asupra unităților din cadrul grupei*.

b) *Media dispersiilor de grupă* ($\overline{D}^2$) calculată ca o medie ponderată a dispersiilor de grupă, folosind relația:

$$\overline{D}^2 = \frac{D_k^2 \cdot f_k}{\Sigma f}$$

Reflectă *variația caracteristicii dependente pe ansamblul grupelor ca urmare a acțiunii factorilor întîmplători*.

c) *Dispersia mediilor de grupă față de media generală* (δ^2) se calculează ca o medie artimetică ponderată a pătratelor abaterilor mediilor de grupă de la media generală, folosind relația:

$$\delta^2 = \frac{\Sigma (\bar{x}_k - \bar{x}_0)^2 f_k}{\Sigma f}$$

și reflectă variația caracteristicii dependente pe ansamblul grupelor determinată de acțiunea factorilor esențiali.

Scanned with OKEN Scanner

Cunoscînd că mediile de grupă ($\bar{x}_k$) reliefează ceea ce este esențial la nivelul fiecărei grupe, iar media generală ($\bar{x}_0$) ceea ce este esențial la nivelul colectivității generale, atunci deosebirile esențiale dintre grupe sînt concretizate în abaterile $\bar{x}_k - \bar{x}_0$. Ca atare, δ^2 — cunoscută și sub numele de „dispersie dintre grupe" — sintetizează variația generată de aceste deosebiri.

d) *Dispersia generală* (D_0^2) se determină ca o medie aritmetică a pătratului abaterilor fiecărei variante de la media generală, folosind relația:

$$D_0^2 = \frac{\Sigma (x_i - \bar{x}_0)^2 f_i}{\Sigma f_i}$$

Reflectă *variația caracteristicii dependente generată de acțiunea conjugată a celor două grupe de factori* —întîmplători și esențiali — la nivelul întregii colectivități.

Folosind „regula adunării dispersiilor":

$$D_0^2 = \overline{D}^2 + \delta^2$$

TABELUL 15

Nota obținută / Număr de exerciții	4	5	6	7	8	9	10	Total
→40	6	4	2					12
40—80	3	3	7	1				14
80—120		2	5	8	6			21
120—160			2	2	18	8	4	34
160→					2	10	18	30
Total	9	9	16	11	26	18	22	141

Scanned with OKEN Scanner

Pentru calculul dispersiilor este necesară determinarea mediilor:

$$\bar{x}_0 = \frac{4\times 9 + 5\times 9 + \ldots + 10\times 22}{11} = 7{,}67$$

$$\bar{x}_1 = \frac{4\times 6 + \ldots + 6\times 2}{12} = 4{,}67$$

$$\bar{x}_2 = \frac{4\times 3 + \ldots + 7\times 1}{14} = 5{,}43$$

$$\bar{x}_3 = \frac{5\times 2 + \ldots + 8\times 6}{21} = 6{,}86$$

$$\bar{x}_4 = \frac{6\times 2 + \ldots + 10\times 4}{34} = 8{,}35$$

$$\bar{x}_5 = \frac{8\times 2 + \ldots + 10\times 18}{30} = 9{,}53$$

Dispersiile de grupă:

$$D_1^2 = \frac{(4-4{,}67)^2\times 6+(5-4{,}67)^2\cdot 4+(6-4{,}67)^2\cdot 2}{12} =$$

$$= \frac{6{,}6668}{12} = 0{,}555$$

$$D_2^2 = \frac{(4-5{,}43)^2\cdot 3+(5-5{,}43)^2\cdot 3+(6-5{,}43)^2\cdot 7+(7-5{,}43)^2\cdot 1}{14}$$

$$= \frac{11{,}4286}{14} = 0{,}816$$

$$D_3^2 = \frac{(5-6{,}86)^2\cdot 2+(6-6{,}86)^2\cdot 5+(7-6{,}86)^2\cdot 8+(8-6{,}86)^2\cdot 6}{21}$$

$$= \frac{18{,}5716}{21} = 0{,}884$$

Scanned with OKEN Scanner

$$D_4^2 = \frac{(6-8{,}35)^2 \cdot 2 + (7-8{,}35)^2 \cdot 2 + (8-8{,}35)^2 \cdot 18}{34} =$$

$$= \frac{11{,}467}{34} = 0{,}382$$

$$D_5^2 = \frac{(8-9{,}53)^2 \cdot 2 + \ldots + (10-9{,}53)^2 \cdot 18}{30} = \frac{11{,}467}{30} =$$

$$= 0{,}382$$

Media dispersiilor de grupă:

$$\overline{D}^2 = \frac{0{,}555 \times 12 + \ldots\ 0{,}382 \times 30}{111} = \frac{79{,}286}{111} = 0{,}714$$

Dispersia mediilor de grupă față de media generală:

$$\delta^2 = \frac{(4{,}67-7{,}67)^2 \cdot 12 + \ldots + (9{,}53-7{,}67)^2 \cdot 30}{111} =$$

$$= \frac{311{,}5341}{111} = 2{,}8066$$

De unde: $D_0^2 = 0{,}714 + 2{,}8066 = 3{,}5206$

De aici și posibilitatea determinării ponderii intensității variației aferente fiecărei grupe de factori:

— factori întîmplători

$$F_1 = \frac{\overline{D}^2}{D_0^2} \cdot 100 = \frac{0{,}714}{3{,}5206} \cdot 100 = 20{,}28\%$$

— factorul esențial (numărul exercițiilor efectuate)

$$F_2 = \frac{\delta^2}{D_0^2} \cdot 100 = \frac{2{,}8066}{3{,}5206} \cdot 100 = 79{,}72\%$$

Deci, din totalul variației, aproape patru cincimi se datorează influenței factorului cauză și doar o cincime aparține jocului întîmplării.

Scanned with OKEN Scanner

V. Proiectarea sondajului statistic

Utilizarea sondajului statistic în pedagogie se datorează faptului că acest domeniu include elemente ale comportamentului populației școlare, studierea exhaustivă a acestor fenomene fiind practic inabordabilă.

Selecția trebuie să aibă caracter absolut întîmplător, fiecărei unități din colectivitatea generală creîndu-i-se posibilități egale de a fi aleasă pentru formarea eșantionului.

Se consideră că sînt două principii majore pe care se întemeiază o schemă de eșantion:

— dorință de a se evita distorsionarea în procedura de selecție;

— realizarea unui maximum de precizie pentru o anumită cheltuială de resurse.

Se consideră că în cadrul selecției*) pot apărea distorsiuni:

— atunci cînd eșantionarea este făcută după o metodă nealeatorie (neîntîmplătoare), ceea ce înseamnă că selecția este, conștient sau inconștient, influențată de alegerea umană;

— atunci cînd cadrul eșantionului (o listă, un index sau orice altă înregistrare a populației), care servește ca

*) Distorsiunile pot să provină și din alte surse, în afara selecției eșantionului, respectiv din greșeli de măsurare, de interviu, de formulare a întrebărilor, precum și din greșeli în procedura de estimație.

Scanned with OKEN Scanner

bază pentru selecție, nu cuprinde populația în mod adecvat, complet sau exact;

— atunci cînd unele secțiuni ale populației vizate sînt imposibil de găsit sau refuză să colaboreze.

Ficcare din acești factori pot produce erori care sînt „ineliminabile și ireductibile"prin mărirea eșantionului.

Principala cale de mărire a preciziei eșantionului o reprezintă *stratificarea*, care nu înseamnă altceva decît că, înainte de a avea loc o selecție oarecare, populația trebuie să fie împărțită într-un număr de straturi; apoi este ales la întîmplare un eșantion în interiorul fiecărui strat, ceea ce reprezintă o îmbunătățire sigură față de eșantionul simplu aleatoriu, dat fiind faptul că se asigură reprezentarea exactă a diferitelor straturi ale populației.

V.1. Erorile observării selective

Prin eroare, în statistică, se înțelege diferența dintre ceea ce se afirmă (în scris sau oral) despre volumul sau nivelul caracteristicilor unui fenomen și mărimea pe care o au aceste elemente în realitate.

EROAREA DE ÎNREGISTRARE reprezintă diferența dintre nivelul înregistrat și cel real al unei caracteristici. Provocate de factori întîmplători, aceste erori se compensează reciproc, neinfluențînd rezultatele.

EROAREA DE REPREZENTATIVITATE reprezintă diferența dintre nivelul unui indicator (de exemplu, media) calculat pentru colectivitatea generală pe baza datelor furnizate de cercetarea selectivă și nivelul aceluiași indicator calculat pe baza datelor tuturor unităților din colectivitatea generală.

Scanned with OKEN Scanner

Este cauzată de faptul că eșantionul nu reprezintă absolut corect colectivitatea generală, structura eșantionului diferind de structura colectivității din care a fost extras.

Erorile de reprezentativitate sînt de două feluri:

— sistematice — cauzate de nerespectarea regulilor fixate de teorie pentru selecționarea unităților din care se constituie eșantionul, reguli care trebuie fixate în așa fel, încît fiecărei unități a colectivității generale să i se acorde șanse egale de a intra în eșantion;

— întîmplătoare — specifice observării selective.

Din cauză că nu se înregistrează toate unitățile din care se compune colectivitatea generală, de cele mai multe ori structura eșantionului diferă de structura colectivității generale, iar această diferență produce eroarea întîmplătoare de reprezentativitate. Deci, erorile întîmplătoare de reprezentativitate sînt inevitabile, întrucît în cercetarea selectivă, prin însăși natura ei, nu se poate ține seama de rolul jucat de toți factorii întîmplători în dezvoltarea caracteristicii cercetate.

EROAREA LIMITĂ (EROAREA MAXIMĂ ADMISĂ) este o mărime constantă, fixată înainte de efectuarea cercetării și ține seama de dispersia caracteristicii cercetate (D^2), de volumul eșantionului (n) și de probabilitatea cu care trebuie garantată obținerea rezultelor ($t = 1{,}96$ pentru probabilitatea de 0,95) putînd lua valori de pînă la 0,05 (5%). Se utilizează relația*):

$$\Delta_x = t \sqrt{\frac{D^2}{n} \cdot \frac{N - n}{N}}$$

*) Se observă că atunci cînd N este foarte mare, funcția $\frac{N - n}{N}$ tinde spre valoarea 1, astfel că relația devine: $\Delta_x = t \sqrt{\frac{D^2}{n}}$

Scanned with OKEN Scanner

În cazul caracteristicilor alternative (de tipul DA/NU), eroarea limită se calculează utilizînd formula:

$$\Delta_w = t\sqrt{\frac{P\,(1-P)}{n}}$$

unde P este nivelul mediu al caracteristicii alternative sau greutatea specifică față de total a unităților care posedă caracteristica

Dispersia caracteristicii alternative este

$$D^2 = P\,(1-P)$$

În cazul selecției nerepetate, relația devine:

$$\Delta_w = t\sqrt{\frac{P\,(1-P)}{n}\left(1-\frac{n}{N}\right)}$$

V.2. Volumul colectivității de selecție

În practica dimensionării eșantionului se iau în considerare două categorii de variabile:

A. Variabile care trebuie să satisfacă necesitățile metodologice ale sondajului:

— gradul de împrăștiere a valorilor caracteristicilor unităților individuale, în raport cu media lor;

— probabilitatea cu care se garantează rezultatele;

— mărimea intervalului de încredere în care se așteaptă să se încadreze rezultatele.

B. Variabile care depind de cadrul organizatoric al sondajului:

— numărul și structura celor ce vor efectua sondajul;

— timpul în care trebuie obținute rezultatele:

Scanned with OKEN Scanner

– modul de dispunere și organizare a unităților colectivității generale.

În cazul selecției întîmplătoare repetate volumul eșantionului se dimensionează pe baza relației:

$$n = \frac{t^2 D^2}{\Delta_x^2}$$

în care: n = volumul eșantionului; t = coeficientul corespunzător probabilității cu care se garantează rezultatele; D^2 – dispersia iar Δ_x = intervalul de încredere. Pentru a dimensiona sau modifica volumul eșantionului se poate interveni fie asupra valorii lui t (adică să acceptăm o probabilitate mai mică sau mai mare în garantarea rezultatelor), fie asupra celei a lui Δ_x (adică să mărim sau să micșorăm intervalul de încredere), fie asupra ambelor valori. Singurul element asupra căruia nu se poate interveni este dispersia colectivității generale.

Dacă colectivitatea generală este organizată pe grupe tipice, omogene, în formula de calcul se introduce $\overline{D}_i^2$ în locul lui D^2, adică se utilizează media dispersiilor de grupă ($\overline{D}_i^2$ fiind mai mic decît D^2).

Cînd se adoptă selecția întîmplătoare nerepetată se are în vedere și volumul colectivității generale:

$$n = \frac{t^2 D^2}{\Delta_x^2 + \frac{t^2 D^2}{N}}$$

Se observă că față de formula utilizată în cazul selecției întîmplătoare repetate, aici intervine la numitor expresia $\frac{t^2 \cdot D^2}{N}$; dar atunci cînd N este mare, valoarea expresiei este apropiată de zero, deci se poate reveni la relația utilizată în cazul selecției întîmplătoare repetate.

Scanned with OKEN Scanner

În cazul caracteristicilor alternative, volumul eșantionului este dat de relația

$$n = \frac{t^2 P\,(1 - P)}{\Delta_w^2}$$

și respectiv:

$$n = \frac{t^2 P\,(1 - P)}{\Delta_w^2 + \frac{t^2 P\,(1-P)}{N}}$$

pentru selecția întîmplătoare nerepetată.

V.3. Formule utilizate în cazul eșantioanelor mici

În cazul eșantioanelor al căror volum este cuprins între 40 și 120 unități pot fi folosite aceleași probabilități ca în cazul distribuției normale dacă se corectează rezultatele astfel:

$$D^2 = \frac{\Sigma\,(x - \bar{x})^2}{n - 1}$$

deci numitorul devine $n - 1$ în loc de n iar

$$\Delta_x = t\sqrt{\frac{D^2}{n-1}} \quad \text{sau} \quad \Delta_x = t\sqrt{\frac{P\,(1 - P)}{n - 1}}$$

În cazul eșantioanelor cu un volum mai mic de 40 de subiecți se utiliează tabelul care cuprinde *) valorile funcției Z, întocmit pe baza distribuției lui Student (și nu a celei

*) Valorile funcției de Z notate cu $S(Z)$ se diferențiază întîi după mărimea lui Z și apoi, în cadrul aceleiași mărimi Z, și după volumul eșantionului, de la $n = 2$ pînă la $n = 20$, iar pentru eșantioanele cu un volum cuprins între 21—40 de subiecți există o singură valoare $S(Z)$.

Scanned with OKEN Scanner

normale). Simbolizînd raportul dintre eroarea limită și abaterea medie pătratică a mediei de selecție, Z se calculează:

$$Z = \frac{\Delta_x}{\mu}$$

îndeplinind aceeași funcție ca și t, arătînd de cîte ori se cuprinde abaterea medie pătratică a mediei de selecție în erorile limită.

Între $\varnothing(t)$ și $S(Z)$ raportul de mărime este:

$$\varnothing(t) = 2S(Z) - 1$$

putîndu-se astfel trece ușor de la valoarea $S(Z)$ la valoarea $\varnothing(t)$ utilizată în cazul eșantioanelor cu volum suficient de mare.

V.4. Extinderea rezultatelor eșantionului

Pentru a estima un parametru al întregii populații (de ex.: media) parametrul respectiv calculat din datele eșantionului este întrebuințat în combinație cu eroarea sa standard.

Abaterea standard a unei „populații de medii de selecție" este denumită *eroarea standard a mediei* ($S_{\bar{x}}$) sau *abaterea medie pătratică* a acesteia și poate fi estimată cu ajutorul formulei:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n-1}}$$

dar, dacă eșantionul are un volum $n > 100$ subiecți se poate folosi și $\frac{S}{\sqrt{n}}$. Așadar, dacă abaterea standard este:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Scanned with OKEN Scanner

eroarea standard a mediei este:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n-1}} = \sqrt{\frac{\Sigma (x - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

și se utilizează pentru a exprima semnificația mediei de selecție, adică pentru a *estima* cît de mult se apropie media unui eșantion de adevărata medie a populației totale. Pentru o probabilitate de 95% se poate afirma că media adevărată este situată între $\bar{x} - 2S_{\bar{x}}$ și $\bar{x} + 2S_{\bar{x}}$ (iar pentru a garanta cu o probabilitate de 99% limitele sînt $\bar{x} \pm 3\,S_{\bar{x}}$).

Reluînd un exemplu anterior referitor la relația dintre numărul exercițiilor efectuate și nota obținută se cunoaște că $\bar{x}$ a fost 7,67 iar abaterea medie pătratică $S = \sqrt{3,5206} = 1,876$, numărul subiecților fiind de $n = 111$.

Deci, $S_{\bar{x}} = \frac{1,876}{\sqrt{111-1}} = 0,179$ putînd afirma cu o probabilitate de 95% că media întregii populații școlare este cuprinsă între $7,67 \pm 2 \cdot 0,179$ adică între 7,31 și 8,03 (sau pentru o probabilitate de 99% media e cuprinsă între $7,67 \pm 3 \cdot 0,179$ adică între 7,13 și 8,21).

Vom prezenta în continuare modul de elaborare a unui eșantion național reprezentativ pentru viitorii absolvenți de liceu din țară, eșantion elaborat de autor în vederea efectuării unui sondaj statistic în scopul cunoașterii opțiunilor școlare și profesionale ale acestora. Trebuie subliniat faptul că problemele referitoare la programul observării și cele referitoare la chestionar au fost tratate înaintea celor privind *dimensionarea eșantionului*. Această succesiune a fost impusă de faptul că atît programul cercetării cît și forma sa transformată (chestionarul) sînt nemijlocit legate de scopul sondajului. Între scopul sondajului și mărimea eșantionului există o strînsă legătură, aceasta din urmă fiind stabilită în funcție de natura informațiilor așteptate.

Scanned with OKEN Scanner

Ceea ce interesează în primul rînd în stabilirea eşantionului este mărimea variaţiei, a diferenţelor care există între elementele din cadrul colectivităţii generale sau între diferitele segmente ale acesteia. Aşadar *principala problemă în elaborarea eşantionului nu constă în stabilirea unui anumit procent din colectivitatea generală, ci în realizarea acestui eşantion, astfel încît să fie reprezentativ, adică să cuprindă toate elementele sale în aceleaşi proporţii în care se află elementele colectivităţii generale din care provine.*

S-a considerat că utilizarea unui eşantion stratificat multistadial răspunde cel mai bine obiectivelor din următoarele motive:

— stratificarea efectuată în scopul realizării unor grupe omogene permite studierea cererii de educaţie în strînsă legătură cu principalele variabile demo-economice;

— facilitează contactarea colaboratorilor (inspectorii şcolari, directorii de şcoală, cadrele didactice).

Dacă mărimea unui eşantion simplu aleatoriu se determină destul de uşor, simplitatea dispare în cazul acestui tip de eşantion, mai ales atunci cînd despre populaţie şi despre variabilitatea relativă în diferite straturi ale acesteia se cunosc foarte puţine lucruri.

Utilizînd formula

$$n = \frac{t^2 \, p \, (100 - p)}{\Delta_x^2}$$

am considerat

p = proporţia celor ce intenţionează să urmeze cursurile în învăţămîntul superior

Dar necunoscînd nimic despre valoarea lui p (nefiind efectuate cercetări anterioare), am acceptat cazul cel mai puţin favorabil, adică acel caz în care împrăştierea este maximă, dispersia fiind $p \, (100 - p) = 50 \, (100 - 50) =$

= 2 500. Pentru $t = 1{,}96$, ceea ce corespunde probabilității 0,95 și dînd erorii maxime de eșantionare valoarea 2%, s-a obținut:

$$n = \frac{1{,}96^2 \cdot 50\,(100 - 50)}{2^2} = \frac{3{,}84 \cdot 2\,500}{4} = 2\,400$$

Eroarea maximă de eșantionare (Δ_x^2 %), aleasă de efectuarea cercetării, poate lua valori*) pînă la 5%.

S-a preferat procentul de 2% pentru eroarea maximă de eșantionare, deci un volum mare al eșantionului, întrucît am dorit ca rezultatele obținute să poată fi analizate nu numai pe ansamblul eșantionului, ci și pe diferitele segmente componente, ceea ce implică asigurarea unui număr satisfăcător de subiecți pentru fiecare segment studiat. Ca urmare a faptului că a fost utilizată stratificarea după cîțiva factori, precum și un număr de stadii (trepte) și dorind să se obțină o anumită precizie pentru fiecare strat, s-a apreciat că eșantionul trebuie să cuprindă aproximativ 3 500 de subiecți. Considerînd că proporția răspunsurilor va fi de peste 75%, s-a selectat un eșantion inițial de 4 600 subiecți. Proporția reală a răspunsurilor a fost de 85,2%, primindu-se un număr de 3 920 de chestionare completate. Din necesități metodologice, pentru a se asigura structura corespunzătoare a eșantionului, au fost reținute 3 600 chestionare. Ca variabile de stratificare au fost utilizate: zonele geografice (Muntenia, Oltenia, Dobrogea/ Banatul, Transilvania/ Moldova), gradul de dezvoltare a județelor și tipul liceului. Prin stratificarea după cele două criterii, zona geografică și gradul de dezvoltare, județele au fost repartizate în $3 \cdot 3 = 9$ straturi, cărora li s-a adăugat municipiul București. În interiorul straturilor au fost selecționate județele, formîndu-se un eșantion consti-

*) Pentru $\Delta_x\% = 3\%$ sau 5% s-ar fi obținut $n = 1067$ și respectiv 384.

Scanned with OKEN Scanner

tuit din 14 județe. În cel de-al doilea stadiu a fost efectuată o selecție aleatorie a liceelor din cadrul județelor selectate în primul stadiu. Liceele existente în cele 14 județe au fost stratificate după profilul lor în momentul cercetării. În cel de-al treilea stadiu (treaptă) s-a realizat eșantionul propriu-zis, utilizîndu-se o selecție de grup (serie); în cercetarea efectuată grupul este reprezentat de clasa de elevi, căreia i s-a adăugat sau i s-a scăzut un număr de elevi, pentru a se ajunge la numărul de subiecți planificat a fi selecționat din liceul respectiv.

Procedeul de eșantionare utilizat în această cercetare este prezentat sintetic:

Stratul (treapta)	Unitatea de eșantionare	Stratificări
I	județul	zona geografică; gradul de dezvoltare socio-economică
II	liceul	Profilul liceului
III	elevul	

În stadiul al treilea *reprezentarea eșantionului planificat pe straturi s-a făcut proporțional cu ponderea fiecărui strat în cadrul colectivității generale, astfel*:

$$n_i = \frac{N_i}{\Sigma N_i} \cdot 100$$

unde:

n_i = ponderea populației școlare extrase din stratul i;
N_i = volumul populației școlare din stratul i;
ΣN_i = volumul colectivității generale

Pentru a verifica reprezentativitatea eșantionului, au fost folosite două procedee:

Scanned with OKEN Scanner

— verificarea reprezentativității eșantionului elaborat (planificat), realizată înaintea desfășurării operației de culegere a datelor de pe teren;

— verificarea reprezentativității eșantionului realizat efectiv (final), folosindu-se informațiile furnizate de însuși eșantionul realizat.

Între cele două două eșantioane — cel planificat și cel final — există deosebiri cauzate de existența non-răspunsurilor.

Astfel, cu toate că proporția de 85,2% a răspunsurilor reprezintă pentru acest tip de cercetare un rezultat deosebit de bun, existența a 15% de non-răspunsuri a dus la deteriorarea proporționalității straturilor, îndepărtînd structura eșantionului final de cea a colectivității generale (oglindită în eșantionul inițial). În fond, verificarea reprezentativității eșantionului înseamnă a vedea dacă legea de repartiție a colectivității generale este reflectată de aceea a eșantionului.

În scopul verificării gradului de corespondență existentă între cele două distribuții a fost utilizat criteriul hi pătrat.

Întrucît valoarea lui χ^2 trebuia calculată pe baza datelor absolute, am comparat distribuția pe straturi a eșantionului final cu distribuția colectivității generale, redusă la mărimea eșantionului. De exemplu pentru primul strat, mărimea Q_1 s-a obținut astfel:

$$Q_1 = \frac{N_1}{N} \cdot n$$

unde:

$N_1 = 63\,010$ — populația școlară liceală din stratul 1 al colectivității generale;

$N = 499\,875$ = colectivitatea generală;

$n = 3\,600$ = mărimea eșantionului

Scanned with OKEN Scanner

Deci:

$$Q_1 = \frac{63\,010}{499\,875} \cdot 3\,600 \approx 454$$

Reamintindu-ne formula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(X_i - Q_i)^2}{Q_i}$$

unde:

f_0 = numărul subiecților din stratul i al eșantionului;

f_i = numărul subiecților din stratul i al colectivității generale

TABELUL 16

Stratul	Eșantionul anchetei X_i	Colectivitatea generală (prin reducere la baza de 3600) Q_i	$(X_i - Q_i)$	$(X_i - Q_i)^2$	$\chi^2 = \frac{(X_i - Q_i)^2}{Q_i}$
1	466	454	12	144	0,317
2	366	354	12	144	0,406
3	403	397	6	36	0,090
4	1025	1008	17	289	0,287
5	198	212	−14	196	0,924
6	76	70	6	36	0,514
7	346	329	17	289	0,878
8	147	158	−11	121	0,766
9	150	162	−12	144	0,889
10	423	456	−33	1089	2,388
Total:	3600	3600	—	—	7,459

Scanned with OKEN Scanner

Valoarea calculată a lui χ^2 (7,46) a fost comparată cu valoarea tabelară (16,92) corespunzătoare unui număr de (10—1) = 9 grade de libertate și unei probabilități de 0,95. Deci, diferența dintre cele două distribuții nu este semnificativă, fiind astfel demonstrată reprezentativitatea eșantionului obținut. După efectuarea cercetării, deci după ce se cunosc mărimile reale ale dispersiei și ale volumului eșantionului, se poate determina valoarea reală a erorii maxime, cu ajutorul căreia se vor putea extinde rezultatele obținute din cercetarea pe eșantion național reprezentativ asupra întregii populații școlare (de la eșantionul național la nivelul național al populației școlare).

Scanned with OKEN Scanner

VI. Utilizarea indicatorului „Grad de organizare și progres“

Starea generală a unui sistem despre a cărui structură sîntem informați prin frecvențele cu care sînt repartizate elementele sale caracteristice între componentele sale poate fi măsurată prin energia sa, utilizîndu-se energia informațională, indicator elaborat de Octav Oncescu:

$$E = \Sigma f_i^2$$

în care f_i reprezintă frecvențele cu care apar diferitele stări. Interesul pentru energia informațională constă în faptul că ea caracterizează gradul de organizare a structurilor, măsurînd gradul de concentrație a fenomenului în jurul unei stări. Energia informațională crește cu starea de organizare (concentrate în jurul unei sau unor stări) a sistemului, de la valoarea $\frac{1}{m}$ (care corespunde sistemului total dezorganizat, frecvențele repartizîndu-se în mod egal între stările sistemului) la valoarea 1 (care corespunde sistemului complet organizat, frecvențele concentrîndu-se în cadrul unei singure stări).

Această formulă (precum și cea a entropiei) rezolvă problemele informației și organizării în sistemele fizice, găsindu-și utilitatea în diverse domenii, dar nu poate fi aplicată în același mod în procesul învățării. Astfel, la învățarea de către elevi a unei reguli de calcul (algoritm), energia informațională este egală cu 1 (unu), toți elevii sînt cuprinși în

Scanned with OKEN Scanner

cadrul unei singure stări, deoarece aceştia nu ştiu nimic. Din punct de vedere al teoriei informaţiei, energia informaţională fiind egală cu 1, sistemul (clasa) este considerat ca fiind foarte bine „organizat".

Dar gradul de organizare a activităţii elevilor privind învăţarea algoritmului este totuşi zero tocmai pentru motivul că elevii nu ştiu nimic. De fapt, într-un proces de învăţare, în stadiul iniţial, cînd energia informaţională este apropiată de 1, gradul de organizare şi progres (H') al procesului evolutiv este apropiat de zero. Odată cu scăderea energiei informaţionale (ca urmare a împrăştierii frecvenţelor în cadrul diferitelor niveluri de învăţare) creşte gradul de organizare şi progres al procesului de învăţare.

Atunci cînd energia informaţională începe să crească (frecvenţele concentrîndu-se în cadrul nivelurilor superioare) continuă să crească şi gradul de organizare şi progres.

Pentru cazul unui sistem cu un singur eveniment preferenţial (de ex. cazul unui algoritm pe care elevii nu-l cunosc încă) formula indicatorului „grad de organizare şi progres"* este:

$$H'(E) = \frac{p - 0{,}5}{|p - 0{,}5|}(2E - 1) + 1$$

unde p reprezintă ponderea pe care o deţine evenimentul preferenţial.

Deci:

pentru $p \leqslant 0{,}5$ $\quad H'(E) = 2(1 - E)$

pentru $p \geqslant 0{,}5$ $\quad H'(E) = 2E$

În cazul în care un sistem posedă n evenimente preferenţiale, cu probabilitatea medie p şi un eveniment global neprefe-

*) Gh. Zapan: Cibernetica şi procesul învăţării. În: Revista de pedagogie nr. 10/1968.

Scanned with OKEN Scanner

rențial $(1-p)$, probabiliteatea p este corespunzătoare valorii formulei structurale a sistemului, formulă ce reprezintă o medie ponderată a performanțelor corespunzătoare evenimentelor preferențiale. În acest caz formula de calcul devine:

$$H'(E) = \left[\frac{p - 0{,}5}{|p - 0{,}5|}(2E - 1) + 1\right]\log_2(n+1)$$

pentru $p \leqslant 0{,}5$ $\quad H'(E) = 2(1-E)\log_2(n+1)$

pentru $p \geqslant 0{,}5$ $\quad H'(E) = 2E\log_2(n+1)$

În ce privește gradul maxim de organizare, acesta este dat de formula: $\text{Max}(H') = 2\log_2(n+1)$ de unde indicele de comparare a gradului efectiv de organizare cu gradul maxim este:

pentru $p \leqslant 0{,}5$ $\quad I = 1 - E$

$p \geqslant 0{,}5$ $\quad I = E$

Se remarcă faptul că pentru calcularea acestui indice nu este necesară calcularea valorii $H'(E)$ ci doar a energiei informaționale (E).

Pentru exemplificare se compară parametrii gradului de organizare anterior (1) și posterior (2) efectuării unor exerciții de fixare a cunoștințelor.

Considerînd ca eveniment preferențial obținerea unei note de cel puțin 7 (fără a mai pondera nivelurile acestui eveniment) se obține:

$$H'(E)_1 = 2(1-E) \text{ deoarece } p = 0{,}1 \leqslant 0{,}5$$

$$p = 0{,}1 \quad 1 - p = 0{,}9 \quad E = (0{,}1)^2 + (0{,}9)^2 = 0{,}82$$

$$H'(E)_1 = 2(1 - 0{,}82) = 0{,}36$$

$$H'(E)_2 = 2E \text{ deoarece } p = 0{,}3 + 0{,}2 + 0{,}1 = 0{,}6 \geqslant 0{,}5$$

$$p = 0{,}6 \quad 1 - p = 0{,}4 \quad E = (0{,}6)^2 + (0{,}4)^2 = 0{,}52$$

$$H'(E)_2 = 2 \times 0{,}52 = 1{,}08$$

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 17

Notele	Numărul elevilor		Frecvența	
	n_1	n_2	f_1	f_2
4,01—5	60	20	0,3	0,1
5,01—6	80	20	0,4	0,1
6,01—7	40	40	0,2	0,2
7,01—8	20	60	0,1	0,3
8,01—9	—	40	—	0,2
9,01—10	—	20	—	0,1
TOTAL	200	200	1	1

Indicii de organizare, exprimați în procente, sînt:

$$I_1 = 1 - E = 1 - 0{,}82 = 0{,}18 = 18\%$$

$$I_2 = E = 0{,}52 = 52\%$$

Surprinzînd schimbările calitative desfășurate în interiorul sistemului, „gradul de organizare și progres" constituie un barometru statistic semnificativ, [illegible] tativă a fenomenului cercetat.

Scanned with OKEN Scanner

Studiu metodologic privind evaluarea activității personalului didactic și a unității de învățămînt

Relațiile dintre îndrumare — control și evaluare, primele considerate ca funcție operativă, iar ultima ca funcție de consiliu a conducerii școlii, au avut mult timp un caracter tangențial, situație ce nu putea sluji nici teoriei științifice și nici practicii școlare. Tot atît de adevărat este și faptul că mult timp obiectul teoriei evaluării a fost limitat la problemele examinării și aprecierii progreselor elevilor. Ulterior, prin aplicarea concepțiilor și metodelor specifice economiei, sociologiei, planificării învățămîntului, teoria evaluării a fost extinsă asupra eficienței sistemului de învățămînt privit ca subsistem al sistemului social[1]).

Una dintre cele mai importante condiții ale reușitei acțiunii de evaluare constă în integrarea ei organică în actul pedagogic însuși, adică să nu se realizeze ca o activitate suprapusă, adăugată procesului de instruire, ci să se integreze în profunzime în actul educativ însuși, aducîndu-i luciditate și competență[2]).

Evaluarea a beneficiat de numeroase definiții, dintre care vom prezenta pe cele mai cunoscute (de către autor):

---

1) Ion, T. Radu: Teorie și practică în evaluarea eficienței învățămîntului. Editura didactică și pedagogică, București 1981.

2) Fernand Hotyat: Les examens, în „Révue Française de Pedagogie" nr. 2, 1968.

Scanned with OKEN Scanner

— „proces de determinare a gradului de rezolvare a obiectivelor"[1]).

— „semnifică descrierea rezultatelor, aprecierea acestora în funcție de un criteriu sau mai multe"[2]);

— „proces prin care apreciem măsura în care o activitate oarecare a fost realizată în comparație cu ceea ce s-a intenționat să se facă"[3]);

— formularea unei judecăți de valoare sau de merit, aprecierea rezultatelor prin prisma atingerii scopurilor pe care ni le-am propus"[4]);

— „a evalua înseamnă a formula o judecată de valoare bazată numai în parte pe rezultatele măsurării"[5]).

— „act de determinare prin note, calificative, clasificări, puncte, a rezultatelor obținute"[6]).

O definiție mai cuprinzătoare[7]) prezintă actul de evaluare ca un proces menit să măsoare și să aprecieze valoarea rezultatelor sistemului de educație sau a unei părți a acestuia, eficacitatea resurselor, a condițiilor și a operațiilor folosite în desfășurarea activității, prin compararea rezultatelor cu obiectivele propuse, în vederea luării deciziilor privind ameliorarea activității în etapele următoare.

---

1) D. Stuflebeam: Alternative Approaches, to Educational Evaluation At Self-Study Guide for Educators. In: I. Popham (ed) Evaluation in education. Berkeley, 1974.

2) C.W. Harris (ed): Enciclopedia of Educational Research, New York, 1960.

3) M. Huberman: Evaluating the Effectiveness of schooling. International Review of Education, 1973, vol. XIX nr. 3.

4) D.B. Ausubel, F. G. Robinson: Învățarea în școală. E.D.P., 1981

5) Documentation et information pédagogiques — Evaluation du rendement scolaire UNESCO nr. 184, 1972.

6) A. Manolache, D. Muster, I. Nica, G. Văideanu (coord): Dicționar de pedagogie, București, 1979.

7) Ion. T. Radu — Lucr. cit. p. 18.

Scanned with OKEN Scanner

Considerăm că există trei probleme de înțelegerea și rezolvarea cărora depinde formularea unei definiții a evaluării:

— deosebirea dintre obiectivul și rolul evaluării;

— delimitarea raporturilor dintre evaluare, măsurare și apreciere;

— necesitatea de a supune evaluării, atît calitatea rezultatelor (prin raportarea acestora la obiective), cît și eficiența acestora (prin raportarea la resursele utilizate) precum și progresul înregistrat (prin compararea rezultatelor obținute cu cele anterioare).

a) În ce privește prima problemă, trebuie făcută deosebirea între *obiectivul evaluării*, care întotdeauna îl constituie formularea unei aprecieri a meritului, și *rolul evaluării*, care constă în valorificarea constructivă; în caz contrar, preocuparea pentru îmbunătățirea continuă a activitării va face să se omită aprecierea acestor activități.

Privită prin această prismă, relația dintre evaluarea formativă și cea sumativă poate fi explicată, distincția valabilă fiind cea legată de utilizarea rezultatelor evaluării. Problema esențială nu se referă la momentul realizării evaluării, ci la destinația prioritară a informațiilor (Nu „cînd" ci „pentru ce"?).

Caracterul totdeauna formativ al evaluării asigură procesului instructiv—educativ un continuu feed-back, necesar îmbunătățirii activității și rezultatelor, în timp ce caracterul sumativ al evaluării se manifestă prin utilizarea informațiilor pentru aprecierea meritului, a succesului eforturilor depuse. Nu se poate crede că o anumită evaluare poate avea doar unul din cele două caractere, formularea aprecierilor avînd nu numai un aspect sumativ, ci și unul formativ.

b) În ce privește raporturile dintre evaluare, măsurare și apreciere, acestea nu sînt încă pe deplin edificate în lite-

Scanned with OKEN Scanner

ratura de specialitate. Încercînd o sinteză a diferitelor definiții[1]) se poate spune că *măsurarea* atribuie un număr unui eveniment (sau obiect) conform unei reguli logic acceptabile, adică arată în mod cantitativ gradul în care se posedă o anumită caracteristică. În școală, cadrele didactice sînt obișnuite cu numerele măsurătorii (de ex.: notele școlare), chiar dacă nu au în vedere o măsurătoare ca atare în mod clar, ci doar cîteva simple raportări[2]).

Măsurarea oferă evaluării rigurozitate, dar este prea îngustă și inflexibilă pentru a satisface gama largă a cerințelor de informație solicitate de evaluare.

În ce privește *aprecierea*, ea asigură estimarea tuturor variabilelor relevante, dar este lipsită de rigurozitate, oferind o bancă de date pentru formularea evaluării dar datele sînt destul de nesigure.

Faptul că în măsurare, majoritatea variabilelor prezintă interes și pentru evaluare, nu constituie întotdeauna un avantaj, deoarece îl poate influența pe evaluator să folosească numai aceste variabile, neluîndu-le în seamă pe cele pentru care nu se pot elabora (sau nu s-au elaborat încă) instrumente riguroase. Dar, este dificil de găsit un subiect din domeniul învățămîntului care să poată fi evaluat numai prin măsurare sau numai prin apreciere, *un bun instrument de evaluare trebuie să folosească atît criterii măsurabile cît și criterii estimabile*.

c) În ceea ce privește raportarea rezultatelor, atît la obiective cît și la resursele utilizate, precum și/sau la rezultatele anterioare, ea devine obligatorie dacă se dorește evitarea unor concluzii eronate. Analizînd activitatea din-

---

1) Andrei Novak: Metodologia evaluării — aspecte teoretice și practice, București, 1981.

2) Dumitru Muster: Metodologia cercetării în educație și învățămînt. Editura Litera, 1985, p. 103.

Scanned with OKEN Scanner

tr-un singur unghi, de exemplu din cel al calității, se poate întîmpla ca o unitate de învățămînt (sau un profesor) să atingă un nivel ridicat al rezultatelor (deci o calitate înaltă,) dar să fi fost avantajată sub aspectul resurselor puse la dispoziție (spațiu și dotări, pregătirea personalului didactic și/sau mai ales pregătirea inițială a elevilor). Compararea acestei unități de învățămînt cu una care a beneficiat de resurse mai puțin generoase, ar fi nedreaptă; sau, primind elevi cu o pregătire foarte scăzută, o unitate de învățămînt (sau un profesor) îi aduce la un nivel mediu de pregătire. În acest caz, calitatea rezultatelor nu este prea ridicată (este medie), dar eficiența activității este ridicată, deoarece cu resurse slabe s-au obținut rezultate de nivel mediu.

Este de reținut faptul că ridicarea calității pregătirii elevilor, viitori absolvenți, prin efectele pe care le propagă, este echivalentă pe plan social cu creșterea productivității. În acest sens, ar trebui reanalizat conceptul de „pierderi ale sistemului de învățămînt", în sensul includerii — alături de repetență și abandon — a neîncadrării în producție, a repartizării și utilizării necorespunzătoare a unor absolvenți.

Considerînd:

calitate = rezultate obținute/rezultate așteptate;
eficiența = rezultate obținute/resurse utilizate;
progres = rezultate obținute/rezultate anterioare, se poate defini evaluarea astfel:

EVALUARE = *măsurarea sau aprecierea* (cantitativă, ordinală sau de altă natură, bazată pe opiniile specialiștilor) performanțelor și compararea lor fie cu *obiectivele planificate* (evaluarea calității), fie cu resursele utilizate (evaluarea eficienței), fie cu *performanțele anterioare* (evaluarea progresului).

Pe această bază se pot formula aprecieri asupra meritului apoi se pot lua decizii de perfecționare a activității evaluate.

Scanned with OKEN Scanner

CRITERIUL DE EVALUARE poate fi definit ca o *activitate sau o caracteristică a subiectului evaluării, îndeplinind următoarele condiții: să fie măsurabilă sau estimabilă, să necesite date accesibile de identificat și obținut, să poată fi cuprinsă (primar sau după prelucrare) într-o scală unitară de evaluare.*

Proiectul supus experimentării*, pentru evaluarea activității personalului didactic și a unității de învățămînt[1]) și pe care îl prezentăm în continuare, a necesitat rezolvarea unor probleme metodologice. Una dintre acestea a constat în a alege între formularea unor criterii strict măsurabile și formularea unor criterii judicioase dar la care nu pot fi încă aplicate instrumente precise de măsurare și metode riguros obiective. Proiectul s-a înscris pe direcția enunțării unor criterii confruntabile cu realitatea, chiar dacă aceste enunțuri nu pot primi încă girul unor măsurători exacte.

Au fost elaborate și propuse acele criterii, care să permită o evaluare cît mai validă și mai obiectivă și care să poată fi utilizate de către evaluatori.

De asemenea, era necesar să se păstreze un echilibru între cerințele unei cercetări științifice de evaluare și cele ale activității curente de îndrumare și control. Aceasta, deoarece o cercetare efectuată în scopul evaluării se poate extinde pe o arie largă și, mai ales, poate aprofunda o multitudine de aspecte, în timp ce evaluarea efectuată fie de conducerea școlii fie de organele de îndrumare și control din afara unității de învățămînt trebuie să aibă un caracter operativ.

---

1) Andrei Novak (coord.): Metodologia evaluării activității personalului didactic și Metodologia evaluării unității de învățămînt, București, 1981.

* Fișele de evaluare au fost experimentate în Jud. Alba în colaborare cu profesorul NICOLAE OȚA precum și în unități școlare din județele: Bacău, Constanța, și Mehedinți.

Scanned with OKEN Scanner

În ce privește *evaluarea activității personalului didactic* (vezi anexa 3) s-a acordat o pondere ridicată modului de lucru cu elevii și rezultatelor obținute de elevi, deoarece sînt două grupe de criterii care constituie oglinda activității (evident, în raport cu potențialul, cu pregătirea inițială a elevilor).

TABELUL 18

PONDEREA FIECĂREI GRUPE DE CRITERII DE EVALUARE A ACTIVITĂȚII PERSONALULUI DIDACTIC

Grupa de criterii	Ponderea în totalul punctajului acordat personalului didactic din învățămîntul:		
	primar	gimnazial	liceal
I. Rezultatele obținute de elevi	21,3	32,7	30,5
II. Modul de lucru cu elevii	38,3	32,7	30,5
III. Integrarea în colectivul didactic al unității, comportarea în societate	17,0	14,6	13,5
IV. Cooperarea cu ceilalți factori educativi	14,9	12,7	12,0
V. Rezultatele obținute în perfecționarea profesională și politico-ideologică, în cercetarea științifică	8,5	7,3	13,5
TOTAL (%)	100	100	100

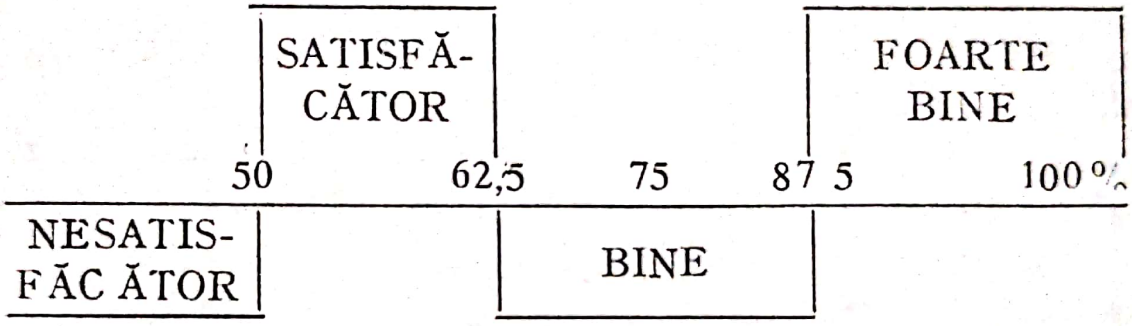
NOTĂ: Ponderile fiecărei grupe de criterii diferă de la un nivel de învățămînt la altul ca urmare a numărului diferit de criterii ce se aplică: 16, 18 și respectiv 19.

Scanned with OKEN Scanner

Modul de calcul al calificativelor se referă atît la calitatea activității desfășurate, cît și la eficiența acesteia.

Calificativul pentru calitate se obține prin compararea punctajului realizat cu punctajul maxim posibil, prin încadrarea punctajului realizat într-una din grupele corespunzătoare fiecărui calificativ.

Utilizînd o scară de evaluare[1]) cu patru trepte și considerînd că „foarte bine" corespunde pe scară punctului care indică 100%, „bine" punctului care indică 75%, iar „satisfăcător" celui care indică 50%, intervalele corespunzătoare calificativelor sînt:



Deci: între 87,5—100% → foarte bine
62,5—87,5 → bine
50 — 62,5% → satisfăcător
sub 50% → nesatisfăcător

Raportul privind eficiența se realizează în modul următor:

— se stabilește punctajul, și pe această bază, calificativul corespunzător resurselor (elevii, profesorul, baza materială[2]);

---

1) Dumitru Muster: lucr. cit., cap. „Scările de evaluare".

2) Sub 9 puncte se acordă calificativul „nesatisfăcător", între 10—12 puncte se acordă „satisfăcător", între 13—17 puncte se acordă „bine" iar între 18—20 puncte se acordă „foarte bine". În situația în care nu se poate aprecia pregătirea inițială la materia respectivă (este introdusă pentru prima dată) calificativul se acordă prin însumarea celorlalte trei punctaje astfel: sub 5 puncte, 6—7 puncte, 8—10 puncte și respectiv 11—12 puncte.

Scanned with OKEN Scanner

— se stabilește punctajul și calificativul corespunzător rezultatelor obținute[1]);

— se raportează calificativul acordat pentru calitatea activității la cel acordat pentru calitatea resurselor.

Acest raport poate fi: supraunitar (de exemplu: foarte bine „la rezultate"/bine „la resurse"); subunitar (de exemplu satisfăcător „la rezultate"/bine „la resurse") sau egal cu unitatea (de exemplu foarte bine „la rezultate"/foarte bine „la resurse"). Evident, în primul caz eficiența este ridicată, deoarece cu resurse bune s-au obținut rezultate foarte bune, în timp ce în al doilea caz înregistrăm de fapt o ineficiență, deoarece cu resurse bune s-au obținut rezultate doar la nivel satisfăcător.

Calificativul general se obține prin combinarea calificativului pentru calitate cu cel pentru eficiență.

În acest fel calificativul general acordat activității personalului didactic sau a unității de învățământ reflectă atît calitatea cît și eficiența acestei activități.

În ce privește *aria evaluării unității de învățământ*, s-a pornit de la considerentul că școala nu este un scop în sine, ci un mijloc pentru a satisface prin produsele sale, cerințele utilizatorilor (reprezentați atît prin societate, cît și prin individul care o absolvă). Adevărata eficiență trebuie evaluată dincolo de granițele școlii absolvite, în producție (sau în treapta următoare de învățământ). S-ar putea ca o unitate de învățământ să desfășoare o activitate eficientă

---

1) Punctajele corespunzătoare celor patru calificative, diferă de la o treaptă de învățământ la alta, astfel: pentru personalul didactic din învățământul *primar*: sub 94, 94—117, 118—164 și respectiv 165—188; pentru cei din învățământul *gimnazial*: sub 110, 110—137, 137—192 și respectiv 193—220 iar pentru cei din învățământul *liceal*: sub 118, 118—147, 148—206 și respectiv 207—236 puncte.

Scanned with OKEN Scanner

TABELUL 19

ACORDAREA CALIFICATIVULUI GENERAL

Calificativul pentru calitate	Raportul privind eficiența (calitatea activității/calitatea resurselor)			Calificativul general
FOARTE BINE	FOARTE BINE	/ FOARTE BINE, BINE, SATISFĂCĂTOR, NESATISFĂCĂTOR	≥ 1	FOARTE BINE
BINE	BINE	/ SATISFĂCĂTOR NESATISFĂCĂTOR	>1	
BINE	BINE / BINE		$=1$	BINE
SATISFĂCĂTOR	SATISFĂCĂTOR	/ NESATISFĂCĂTOR	>1	
BINE	BINE / FOARTE BINE		<1	SATISFĂCĂTOR
SATISFĂCĂTOR	SATISFĂCĂTOR	/ SATISFĂCĂTOR	$=1$	
SATISFĂCĂTOR	SATISFĂCĂTOR	/ BINE FOARTE BINE	≤ 1	NESATISFĂCĂTOR

dacă o privim limitat, numai prin prisma realizărilor interne, însă activitatea acesteia să fie deficitară pentru societate, ca urmare a nivelului de pregătire necorespunzător al absolvenților pentru viață și pentru muncă.

Privită din acest punct de vedere, evaluarea unității de învățămînt își depășește caracterul tradițional, punînd în centrul atenției concordanța dintre cantitatea, calitatea și structura producției educaționale și cantitatea, calitatea și structura nevoilor sociale, precum și cea dintre aceste nevoi sociale și aspirațiile tinerei generații.

Scanned with OKEN Scanner

În acest scop, gestionarii sistemului de învățământ trebuie să cunoască evoluția „produselor educaționale" în viața socio-profesională și, pe această bază, să evalueze eficiența muncii lor, reala contribuție a învățământului la promovarea progresului social extinzînd aria evaluării eficienței învățământului dincolo de ieșirea din sistem cuprinzînd astfel toate etapele reproducției forței de muncă (producția sistemului, repartizarea produselor sistemului, utilizarea și comportarea în viața activă a produselor sistemului de învățământ).

În ceea ce privește ponderea fiecărei grupe de criterii în totalul punctajului maxim acordat unei unități de învățământ, aceasta este prezentată în tabelul următor:

TABELUL 20

PONDEREA FIECĂREI GRUPE DE CRITERII DE EVALUARE

Grupa de criterii	Ponderea în totalul punctajului acordat unităților de învățământ	
	gimnazial	liceal
I. Rezultatele obținute de elevi	49,4	47,9
II. Rezultatele obținute de personalul didactic	29,1	23,9
III. Rezultatele obținute în utilizarea bazei materiale și în autodotare	8,1	6,7
IV. Rezultatele obținute în conducerea unității	8,7	8,1
V. Rezultatele obținute de absolvenți	4,7	13,4
TOTAL (%)	100	100

NOTĂ: Unităților gimnaziale și celor liceale li se aplică 26 și respectiv 32 criterii.

Scanned with OKEN Scanner

Modul de calcul al calificativelor, atît pentru calitate cît și pentru eficiență, este identic cu cel utilizat în cadrul evaluării personalului didactic[1]).

Pentru fiecare treaptă a scării de evaluare (echivalentă unui anumit calificativ) corespunzătoare fiecărui criteriu au fost formulate cerințele respective, diminuîndu-se astfel subiectivismul evaluatorului, atît în raport cu totalul mare al punctajului final cît mai ales datorită criteriilor operaționale de acordare a calificativelor.

De exemplu, la un criteriu pentru evaluarea activității personalului din învățămîntul liceal și gimnazial, referitor la „rezultatele obținute de elevi la olimpiade și concursuri" se acordă punctajele și, pe această bază, calificativele, astfel: foarte bine, 18—20 puncte (participarea elevilor, importantă sub aspect numeric se concretizează în rezultate foarte bune, în promovarea unor elevi în faza pe țară); bine, 13—17 puncte (participarea numeroasă a elevilor este oglindită calitativ în prezența unora dintre aeștia la faza pe județ); satisfăcător, 10—12 puncte (participarea este numeroasă, dar rezultatele obținute se situează la nivelul obținerii unor mențiuni la faza pe școală); nesatisfăcător, sub 9 puncte (participarea elevilor este restrînsă,

---

1) Calificativele corespunzătoare resurselor se acordă pe baza sumei punctajelor obținute. Pentru *școala generală*: sub 22 puncte, 22—27 puncte, 28—38 puncte și respectiv 49—56 puncte pentru nesatisfacător, satisfăcător, bine și respectiv foarte bine, în timp ce, pentru *unitățile liceale* punctajele corespunzătoare sînt: sub 28 puncte 28—35 puncte 36—48 puncte și respectiv 49—56 puncte.

În ce privește calificativele pentru rezultatele obținute, ele necesită cumularea următoarelor punctaje: pentru *școala generală* sub 344 puncte, 344—429 puncte, 430—602 puncte, și respectiv 603—698 puncte corespunzătoare calificativelor nesatisfăcător, satisfăcător, bine și respectiv foarte bine, în timp ce, pentru *unitățile liceale*, punctajele corespunzătoare celor patru calificative sînt: sub 418 puncte, 418—522 puncte, 523—731 și respectiv 732—836 puncte.

Scanned with OKEN Scanner

iar rezultatele obținute la faza pe școală sînt slabe). La criteriul (resursă) situația în învățămînt a profesorului punctajul este (fără calificative, care nu intervin): 1 punct pentru stagiari, 2 puncte pentru cei cu definitivat, 3 puncte pentru personalul didactic cu gradul II și 4 puncte pentru cel cu gradul I.

Corelația ridicată existentă între calitatea procesului și cea a rezultatelor îndeamnă la o evaluare continuă, de-a lungul întregii perioade de desfășurare a activităților astfel încît evaluarea să permită atît judecățile de valoare cît și efectuarea intervențiilor necesare îmbunătățirii acestor activități. În acest sens trebuie din nou subliniată ponderea mare acordată criteriilor referitoare la rezultatele obținute de elevi și la modul de lucru cu elevii (peste 60%) în totalul criteriilor de evaluare a activității personalului didactic[1]). De asemenea, criteriile referitoare la rezultatele obținute de elevi și la cele obținute de absolvenți, împreună cu cele referitoare la modul de lucru cu elevii au o pondere ridicată (peste 70%) în totalul criteriilor de evaluare a unității de învățămînt.

Ponderea ridicată acordată acestor criterii exprimă preocuparea de a centra evaluarea pe rezultatele obținute (de elevi și de absolvenți) și pe modul de lucru cu elevii, activitatea evaluativă desfășurată pe o perioadă mai mare de timp și repetată la intervale relativ regulate evitînd caracterul de „campanie" al acordării calificativelor finale și constituind totodată materialul faptic pe care se bazează acestea.

---

1) Vezi: Dumitru Muster: Perfecționarea personalului didactic pentru obiectivizarea evaluării probelor de verificare, în „revista de pedagogie" nr. 9. 1975.

S. și C. Chiș în Revista de pedagogie nr. 12, 1971 Ioan Jinga, Inspecția școlară, EDP 1983.

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA 1

Tabelul de valori ale variabilei Z pentru pragurile de semnificaţie de 0,05 şi 0,01:

Grad de libertate	Pragul de		Grad de libertate	Pragul de	
	0,05	0,01		0,05	0,01
1	12,706	63,657	21	2,080	2,831
2	4,303	9,925	22	2,074	2,819
3	3,182	5,841	23	2,069	2,807
4	2,776	4,604	24	2,064	2,797
5	2,571	4,032	25	2,060	2,787
6	2,447	3,707	26	2,056	2,779
7	2,365	3,499	27	2,052	2,771
8	2,306	3,355	28	2,048	2,763
9	2,262	3,250	29	2,045	2,756
10	2,228	3,169	30	2,042	2,750
11	2,201	3,106	35	2,030	2,724
12	2,179	3,055	40	2,021	2,704
13	2,160	3,012	45	2,014	2,690
14	2,145	2,977	50	2,008	2,678
15	2,131	2,947	55	2,004	2,669
16	2,120	2,921	60	2,000	2,660
17	2,110	2,898	70	1,994	2,648
18	2,101	2,878	80	1,989	2,638
19	2,093	2,861	90	1,986	2,631
20	2,086	2,845	100	1,982	2,625
			120	1,980	2,617
			peste 120	1,960	2,576

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA 2

Tabelul valorilor semnificative pentru coeficientul de corelație

Grad de libertate $n=N-2$	$P=0,005$	Grad de libertate $n=N-2$	$P = 0.05$
3	0,88	16	0,47
4	0,81	17	0,46
5	0,75	18	0,44
6	0,71	19	0,43
7	0,67	20	0,42
8	0,63	25	0,38
9	0,60	30	0,35
10	0,58	35	0,32
11	0,55	40	0,30
12	0,53	45	0,29
13	0,51	50	0,27
14	0,50	60	0,25
15	0,48	70	0,23
		80	0,22
		90	0,11
		100	0,09

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA 3

FIŞA DE EVALUARE A ACTIVITĂŢII PERSONALULUI DIDACTIC*)

CRITERII PRIVIND RESURSELE:

situaţia (gradul) în învăţămînt a profesorului (4), pregătirea iniţială generală a elevilor (4); pregătirea iniţială a elevilor la materia respectivă (8); baza materială (4).

I CRITERII PRIVIND REZULTATELE OBŢINUTE DE ELEVI

situaţia şcolară (40); rezultatele la olimpiade şi concursuri(x) (20); rezultatele obţinute la cercuri(x) (12).

II CRITERII PRIVIND MODUL DE LUCRU CU ELEVII:

planificarea şi parcurgerea materiei conform obiectivelor cuprinse în programele şcolare (4); asigurarea conţinutului ştiinţific, politico-ideologic al activităţii cu elevii (4); realizarea caracterului aplicativ al conţinutului predat (4); organizarea raţională a muncii cu elevii (8); activităţile de orientare şcolară şi profesională (20); atitudinea faţă de elevi (8); realizarea şi folosirea mijloacelor de învăţămînt adecvate obiectivelor (12); aprecierea şi notarea sistematică şi obiectivă (12).

---

*) A. NOVAK „Fişa de evaluare a activităţii personalului didactic". În: Revista de pedagogie nr. 4. 1981.

NOTĂ: În paranteze sînt cuprinse punctajele maxime acordate criteriului respectiv; criteriul notat cu (*x*) e aplicabil numai personalului didactic din învăţămîntul gimnazial şi cel liceal, iar cel notat cu (*xx*) e aplicabil numai personalului din învăţămîntul liceal.

Scanned with OKEN Scanner

III CRITERII PRIVIND INTEGRAREA ÎN COLECTIVUL DIDACTIC AL UNITĂȚII, COMPORTAREA ÎN SOCIETATE:

comportarea în cadrul colectivului de muncă, în familie și în societate (16); gradul de corectitudine, operativitate și inițiativă în realizarea sarcinilor profesionale și obștești (16).

IV CRITERII PRIVIND COOPERAREA CU CEILALȚI FACTORI EDUCATIVI:

îndrumarea activității organizațiilor de tineret, pionieri și/sau șoimi ai patriei (8); urmărirea absolvenților în producție sau în ciclurile următoare (12); cooperarea cu părinții (8).

V CRITERII PRIVIND REZULTATELE OBȚINUTE ÎN PERFECȚIONAREA PROFESIONALĂ ȘI POLITICO-IDEOLOGICĂ, ÎN CERCETAREA ȘTIINȚIFICĂ:

în cadrul sistemului de perfecționare (8); în activitatea de cercetare științifică și inovație didactică(xx) (16); în cadrul învățământului politico-ideologic (8).

Scanned with OKEN Scanner

ANEXA 4

FIȘA DE EVALUARE A UNITĂȚII DE ÎNVĂȚĂMÎNT*)

CRITERII PRIVIND RESURSELE:

PREGĂTIREA INIȚIALĂ A ELEVILOR LA:

disciplinele fundamentale (8); disciplinele de cultură generală și social-politice (8); disciplinele de specialitate (8); practica în producție (8).

PREGĂTIREA PERSONALULUI DIDACTIC LA

disciplinele fundamentale (4); disciplinele de cultură generală și social-politice (4); disciplinele de specialitate (4); practica în producție (4).

BAZA MATERIALĂ (construcții, dotare) (8)

I CRITERII PRIVIND REZULTATELE OBȚINUTE DE ELEVI LA:

promovabilitate (40); disciplinele fundamentale (40); olimpiade, cercuri și concursuri organizate la disciplinele fundamentale (20); disciplinele de cultură generală și social-politice (40); olimpiade, cercuri și concursuri organizate la disciplinele de cultură generală și social politice (20); disciplinele de specialitate(x) (40); olimpiade, cercuri și concursuri organizate la disciplinele de specialitate (x) (20) practica în producție (40); disciplină (40); educația politico-ideologică și moral-cetățenească (40); activitățile culturale și sportive (20); muncă patriotică (40).

---

*) A. NOVAK: „Aspecte ale evaluării unității de învățămînt" În: Revista de pedagogie nr. 1, 1981.

NOTĂ: În paranteze sînt cuprinse punctajele maxime acordate criteriului respectiv, criteriul notat cu (x) e aplicabil liceelor.

Scanned with OKEN Scanner

II CRITERII PRIVIND REZULTATELE OBȚINUTE DE PERSONALUL DIDACTIC:

comportarea în cadrul colectivului de muncă, în familie și societate (32); în activitatea de orientare școlară și profesională (40); în îndeplinirea planului de școlarizare (16); în realizarea obiectivelor cuprinse în programele școlare(16); în modul de lucru cu elevii (32); în activitatea de perfecționare profesională (16); în activitatea de cercetare științifică (32); în activitatea din cadrul învățământului politico-ideologic (16).

III CRITERII PRIVIND REZULTATELE OBȚINUTE ÎN UTILIZAREA BAZEI MATERIALE ȘI ÎN AUTODOTARE:

utilizarea funcțională a bazei materiale (8); rezultatele obținute în autodotare (32); aspectul gospodăresc, estetic și igienico-sanitar al unității (16).

IV CRITERII PRIVIND REZULTATELE OBȚINUTE ÎN CONDUCEREA UNITĂȚII:

calitatea analizei și planificării activităților (12); calitatea organizării și coordonării activităților (12); calitatea controlului și a îndrumării (12); colaborarea cu organizațiile de tineret, pionieri, șoimi ai patriei (8); colaborarea cu familia și comitetele cetățenești de părinți (16); colaborarea cu întreprinderile(x) (8).

V CRITERII PRIVIND REZULTATELE OBȚINUTE DE ABSOLVENȚI:

cuprinderea absolvenților în treapta următoare sau în producție(x) (32); rezultatele obținute de absolvenți la concursurile (probele) de admitere în treptele următoare de învățământ, la bacalaureat și/sau probele de control aplicate (32); integrarea rapidă (inclusiv comportamentul moral-civic) și stabilitatea în colectivul de muncă a absolvenților celor două trepte de liceu(x) (48).

Scanned with OKEN Scanner

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. AUSUBEL, D.B., ROBINSON, F.G. Învățarea în școală. Editura didactică și pedagogică, 1981.
2. CHELCEA, S. Chestionarul în investigația sociologică. Editura științifică și enciclopedică, 1975.
3. DUIMITRESCU, GH.T. Metode și tehnici matematice în pedagogie. Editura didactică și pedagogică, 1976.
4. HUBERMAN, M. Evaluating the Effectiveness of schooling. International Review of Education, 1973, vol. XIX nr. 3.
5. JINGA, I. Inspecția școlară. Editura didactică și pedagogică, 1983.
6. MANOLACHE, A. ș.a. Dicționar de pedagogie. Editura didactică și pedagogică, 1979.
7. MUSTER, D. Metodologia cercetării în educație și învățămînt. Editura Litera, 1985.
8. NOVAK, A. Metode statistice în pedagogie și psihologie. Editura didactică și pedagogică, 1977.
9. NOVAK, A. (coord.) Metodologia evaluării activității personalului didactic și Metodologia evaluării unității de învățămînt, București, 1981.
10. RADU, I.T. Teorie și practică în evaluarea eficienței învățămîntului Editura didactică și pedagogică, 1981.
11. SCRIVEN, M. Evaluation Perspectives and Procedures. In: I. POPHAM (ed.). Evaluation in education. Current aplications. Berkley, 1974.
12. TREBICI, VL. Mică enciclopedie de statistică. Editura științifică și enciclopedică, 1985.
13. ZAPAN, GH. Cibernetica și procesul învățării. În: Revista de pedagogie nr. 10, 1968.

Scanned with OKEN Scanner

Redactor : LIVIU CERNĂIANU
Tehnoredactor : ELENA GĂRĂJĂU

Bun de tipar : 9.04 1988. Coli de tipar : 5,5.
Lucrare apărută în regia autorului

Tiparul executat sub comanda nr. 12
la I. P. „Filaret" str. Fabrica de chibrituri
nr. 9—11, București
Republica Socialistă România

Scanned with OKEN Scanner